

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная Школа Новых Производственных Технологий  
Направление подготовки (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств  
Отделение Материаловедения

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы

**Проектирование жизненного цикла производства щита электропитания**

УДК: 621.316.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Василишина Ксения Алексеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Буханченко С.Е.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	к.э.н.		25.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романцов И.И.	к.т.н.		1.06.2020

По разделу «Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Забродина И.К.	к.пед.н.		28.05.2020

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Буханченко С.Е.	к.т.н.		

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код	Результат обучения
<b>Общекультурные</b>	
<b>P1</b>	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, собирать и эффективно выбирать информацию с применением современных информационных технологий, самостоятельно обучаться новым методам исследования, осваивать новые научные и научно-производственные профили своей профессиональной деятельности
<b>P2</b>	Проявлять инициативу, работать в команде, общаться устно и в письменной форме, адаптироваться к реализации межкультурных и профессиональных коммуникаций на основе использования английского языка, критически оценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
<b>P3</b>	Использовать правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности при разработке и реализации технологий изготовления и сборки изделий, в том числе с учетом социальных, экологических и экономических аспектов работы выпускника в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительного производства
<b>Профессиональные</b>	
<b>проектно-конструкторская деятельность</b>	
<b>P4</b>	Формулировать цели проекта (программы), задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, строить структуру их взаимосвязей, определять приоритеты решения задач, оценивать инновационный потенциал и риски коммерциализации разрабатываемых проектов
<b>P5</b>	Проводить расчеты по проектам в области разработки новых технологий в машиностроении, технико-экономическому и функционально- стоимостному анализу эффективности проектируемых и реализуемых технологий изготовления продукции, средствам и системам оснащения
<b>P6</b>	Выполнять разработку функциональной структуры и геометрии изделий машиностроения, их элементов, технологического оборудования, средств и технологий проектирования с использованием CAD и CAE модулей современных САПР
<b>производственно-технологическая деятельность</b>	
<b>P7</b>	Разрабатывать и внедрять новые эффективные технологии изготовления изделий машиностроения на высокотехнологичном оборудовании с применением САМ модулей современных САПР
<b>P8</b>	Участвовать в реализации программ испытаний физико-механических свойств материалов и готовых изделий в современном машиностроении
<b>P9</b>	Оценивать производственные и непроизводственные затраты на обеспечение требуемого качества изделий машиностроения, стоимость объектов интеллектуальной деятельности, управлять поступающими на предприятие материальными ресурсами, производством и жизненным циклом продукции и ее качеством
<b>P10</b>	Разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности и безопасности машиностроительного производства, стабильности его функционирования на основе современных систем и международных стандартов

<i><b>организационно-управленческая деятельность</b></i>	
<b>P11</b>	Использовать международный опыт проектного, технологического менеджмента
	и управления бизнес-процессами для ведения инновационной инженерной деятельности в области обеспечения эффективности техно-логических процессов жизненного цикла изделий
<b>P12</b>	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
<i><b>научно-исследовательская деятельность</b></i>	
<b>P13</b>	Ставить и решать прикладные исследовательские задачи, разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, готовить отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований
<b>P14</b>	Выполнять математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств; разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение машиностроительных производств, профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная Школа Новых Производственных Технологий  
Направление подготовки (специальность) 15.047.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств  
Отделение Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ С.Е. Буханченко

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4НМ8Т	Василишиной Ксении Алексеевне

Тема работы:

**Проектирование жизненного цикла производства щита электропитания**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Объект исследования: жизненный цикл щита электропитания

Предмет исследования: технологические процессы жизненного цикла

Цель: разработать жизненный цикл производства щита электропитания

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Аналитический обзор по теме исследования 2. Постановка задач исследования 3. Планирование разделов по диссертации 4. Решение поставленных задач 5. Проработка разделов диссертации 6. Оформление диссертации 7. Подготовка презентации
<b>Перечень графического материала</b>	1. Обоснования актуальности исследования 2. Модель изделия 3. Технологические процессы
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Доцент ОСГН Подопригора И.В. к.э.н
<b>Социальная ответственность</b>	Доцент Романцов Игорь Иванович к.т.н.
<b>Иностранный язык</b>	Доцент ОИЯ Забродина И.К. к.пед.н
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Литературный обзор	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.09.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Буханченко С.Е.	к.т.н.		10.09.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Василишина Ксения Алексеевна		10.09.2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Проектирование жизненного цикла производства щита электропитания содержит пояснительную записку, содержащую 127 страниц. Включает в себя 49 рисунков, 18 таблиц, 2 приложения, 13 литературных источников на русском языке и 5 источников на английском.

**Ключевые слова:** жизненный цикл, изделие, щит электропитания, эффективность, технологические процессы, производство.

**Объектом исследования:** жизненный цикл щита электропитания

**Предмет исследования:** технологические процессы жизненного цикла

**Цель ВКР:** разработать жизненный цикл производства щита электропитания.

В процессе исследования проводились работы по анализу существующих конструкций щитов электропитания, элементов конструкции и этапов технологического процесса, а также свойств материалов, применяемых для создания изделия.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2020. При создании моделей использовался САПР «SolidWorks 2016». При создании схем использовался продукт «MindManager».

В настоящей работе были использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

ГОСТ 14254.96.1. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками. ГОСТ 18425-73. Тара транспортная наполненная.

ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронновычислительным машинам и организации работы».

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение.

В работе были использованы следующие сокращения:

Ж.Ц.И.-жизненный цикл изделия.

ТЗ-техническое задание.

ЩЭ – щит электропитания.

ТП-технологический процесс.

ЭСО-эксплуатация, сервисное обслуживание и ремонт.

ОТК-отдел технического контроля (служба качества).

КД-конструкторская документация

ИОАП-инструментальное обеспечение автоматизированного производства.

## Оглавление

### Оглавление

Оглавление.....	8
Введение.....	10
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ .....	11
1.1 Виды щитов.....	11
1.2 Производство щитов электропитания.....	16
2. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ .....	19
2.1 Стадия «поддержка жизненного цикла изделия» .....	22
2.1.1 Планирование разработки.....	24
2.1.2 Взаимодействие с поставщиками.....	27
2.1.3 Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт.....	33
2.2 Стадия «Разработки изделия».....	37
2.2.1 Дизайн и концепция.....	39
2.2.2 Проектирование изделия.....	42
2.2.3 Управление процессами инженерных расчетов .....	46
2.3 Стадия «Производство изделия» .....	50
2.3.1 Инструментальное обеспечение автоматизированного производства....	52
2.3.2 Автоматизация обработки.....	56
2.3.3 Проектирование и оптимизация производства .....	58
2.3.4 Моделирование процессов сборки.....	61
2.3.5 Обеспечение качества.....	64
2.3.6 Управление производственными процессами .....	67
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	72
Введение.....	72
3.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	73
3.2 SWOT-анализ.....	74
3.3 Расчёт сметы затрат на выполнение проекта .....	77



3.4 Расчёт затрат на материалы .....	77
3.5 Расчёт заработной платы .....	78
3.6 Расчёт затрат на страховые взносы .....	79
3.7 Расчёт затрат на электроэнергию .....	80
3.8 Расчёт амортизационных расходов .....	81
3.9 Расчёт прочих расходов .....	82
3.10 Расчёт общей себестоимости разработки .....	82
3.11 Разработка графика проведения научного исследования .....	82
3.12 Оценка сравнительной эффективности исследования .....	83
4. Социальная ответственность .....	89
Введение .....	89
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	90
4.2 Производственная безопасность .....	92
4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов .....	93
4.4 Отсутствие или недостаток естественного и искусственного света .....	95
4.5 Повышенное значение напряжения в электрической цепи .....	98
4.6 Электростатическое поле .....	98
4.7 Повышенная напряжённость электрического поля .....	99
4.8 Шум и вибрации на рабочем месте .....	100
4.9 Экологическая безопасность .....	101
4.10 Пожарная безопасность .....	103
Заключение .....	107
Приложение А .....	109
Introduction .....	110
References .....	123
Приложение Б .....	124

## Введение

В простом исполнении электрические щиты служат для создания сети, питающей приборы освещения, бытовые устройства, розетки и т. д. Спектр потребителей электроэнергии постоянно расширяется, поэтому может понадобиться модель сложнее, позволяющая создать разделение энергии на группы. Это уже устройства с большими возможностями переключения энергии. Они работают с разными категориями стационарных электроприборов.

Существуют различные классы электрощитов. Они разделяют их конструкции, прежде всего, по целевому назначению.

Также щиты делятся по методу монтажа и материалу конструкции. По первому фактору наиболее популярны обычные подвесные и настенные конструкции. В эксплуатации очень удобны электрощиты, которые встраиваются в нишу стены. Но установка такого щита не всегда подходит по условиям расположения.

Если рассматривать материалы, из которых изготавливают электрощиты, то чаще всего изготовители комбинируют несколько материалов, например, металл с пластиком.

Металлические щиты зарекомендовали себя надежными конструкциями, проверенными временем. Однако, новые материалы и композиты, появившиеся в последнее время, не хуже металла по долговечности и прочности, а в чем-то даже превосходят его. Существенной разницы между электрощитами из разных материалов не имеется. Заказчики данной продукции требуют качественное производство изделия, спланированное, без всяких нареканий, так как изделие имеет неотъемлемую функцию своего предназначения.

Материально-техническое обеспечение, производство, эксплуатация, утилизация и все сопутствующие процессы происходят в физическом пространстве, им соответствуют процессы, происходящие в информационном пространстве протекающие в компьютерных системах. поэтому для

эффективного использования ИТ технологии необходимо преобразовывать потоки, происходящие в физическом пространстве в информационные потоки, а также иметь возможность обратного преобразования информационных потоков физические. Такое преобразование следует рассматривать как проблему адекватного моделирования алгоритма жизненного цикла изделия., то есть установление однозначного соответствия между физическим и информационными потоками. комплексы предметно-ориентированного прикладного программного обеспечения, а также имеющие общее название PLM системы, предназначен для массива данных и автоматизации управления физическими информационными потоками на протяжении всего жизненного цикла изделия.

## **1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ**

### **1.1 ВИДЫ ЩИТОВ**

Для определения задач, которые выполняют электрические щиты, необходимо рассмотреть подробнее организацию энергоснабжения. Один щит может подавать электричество, как в отдельную квартиру, так и на здание в целом. В этом случае щит управляет электроэнергией, которая поступает на разные распределительные устройства, охватывающие другие локальные зоны обслуживания.

Виды электрических щитов:

- Главный распределительный щит.
- Вводное распределительное устройство.
- Аварийный ввод резерва.
- Щит управления.
- Щит этажный.

Щиты электропитания обеспечивают:

- автоматическое переключение нагрузки с отказавшего основного ввода на другой (исправный) и подачу команды на запуск дизель-генератора с

последующим переключением указанной нагрузки на резервный ввод по готовности дизель-генератора;

- переключение нагрузки с дизель-генератора на ранее отказавший ввод при восстановлении на нем номинального напряжения с одновременной посылкой сигнала на останов дизель-генератора;

- переключение нагрузки с дизель-генератора на исправный ввод при отказе дизель-генератора, возникшем до момента восстановления номинального напряжения на отказавшем вводе;

- переключение нагрузки с исправного ввода на ранее отказавший ввод при восстановлении на нем номинального напряжения;

- переключение нагрузки обеих шин на дизель-генератор, работающий в качестве резервного источника при их отказе в разное время;

- формирование сигналов о режимах работы щита для системы дистанционного управления;

- возвращение схемы электроснабжения в исходное состояние при восстановлении номинального напряжения на обоих вводах.

Функции аварийного (резервного) ввода, в зависимости от исполнения щита гарантированного питания, может выполнять ДГУ (дизель-генераторная установка) либо аккумуляторная батарея. Щит ГРЩ предназначен для ввода силовых линий питания, учета электроэнергии и распределений линий питания для объектов. Устройство также служит для защиты от коротких замыканий и перегрузок в сетях электроснабжения. Если рассматривать иерархию электрощитов, то ГРЩ находится на самой верхней ступени. Главный распределительный щит чаще всего расположен на территории трансформаторной подстанции (ТП), котельных, производствах (Рисунок 1).



Рисунок 1. Главный распределительный щит.

Сборка распределительных шкафов производится в соответствии с разработанной проектной и технической документацией и техническим заданием, предоставленным самим заказчиком, или выполненным компанией, которая будет производить сборку.

Производство силовых щитов НКУ предусматривает изготовление электрощитового оборудования и применение комплексных решений монтажа различных фирм-производителей, с учетом всех соответствующих нормативных требований, особенностей, рассмотренных еще на стадии проектирования конкретного электрического шкафа.

Вводно-распределительное устройство (ВРУ) совокупность – электротехнических конструкций и аппаратов, предназначенных для приёма, распределения, устанавливаемая в жилых и общественных зданиях, а также промышленных производственных помещениях (цехах).

ВРУ жилого и/или общественного здания предназначено для использования в сети напряжением 230/400. В трёхфазного переменного тока частотой 50 Гц в сетях с глухозаземлённой нейтралью, для защиты линий при перегрузках и коротких замыканиях, а также для нечастых (до 6 включений в час) оперативных включений и отключений электрических сетей (Рисунок 2).



Рисунок 2. Вводное распределительное устройство .

Устройство, в которое входит комплекс электротехнической автоматики и конструкций, используется для приема вводного силового кабеля, распределения питающих линий для ЩЭ, ЩК, ЩО, ВРУ, учета электроэнергии, защиты линий от перегрузок и короткого замыкания. Устанавливается на вводе жилых, общественных зданий, а также в производственных помещениях (цехах).

Щит АВР оснащен специальной автоматикой. АВР переключает питание с основного источника на дополнительный (генератор), в случае аварии основного поставщика электроэнергии. После устранения аварии, АВР перейдет с генератора на основную линию и через несколько минут генератор будет остановлен. Используется в производственных, торговых, коммунальных зданиях, а также в коттеджах (Рисунок 3).



Рисунок 3. Аварийный ввод резерва.

Щит управления служит для управления автоматикой, которая отвечает за такие механизмы как: вентиляция, отопление, пожарная сигнализация и др. Регулировка параметров осуществляется вручную (Рисунок 4).



Рисунок 4. Щит управления.

Щит этажный представляет собой стандартное электротехническое оборудование, которое условно можно поделить на две составляющие: стальной корпус и внутреннее аппаратное наполнение. Внутри ЩЭ делится на три отсека, которые заполнены специализированными устройствами:

- Блок защитного отключения, который срабатывает при скачках напряжения в сети или же при коротком замыкании.
- Блок учета, в котором расположены счетчики электроэнергии.
- Блок низковольтного оборудования, в котором находятся

телевизионные и телефонные концентраторы.

Щиты этажные применяются для учета, приема и распределения электрической энергии, а также защиты линии от перегрузок и коротких замыканий. Функция ЩЭ распространяется и на защиту людей от удара током.



Рисунок 5. Щит этажный.

## 1.2 ПРОИЗВОДСТВО ЩИТОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Для производства щитов электропитания применяют листовой металл, который проходит обработку на современном оборудовании: резка, гибка.

Гибка металла - это метод обработки листового металла, позволяющий придать предусмотренную заданием точную изогнутую форму любой по сложности детали, без проведения сварочных работ.

В соответствии с техническим заданием происходит сборка корпусов электрощитов. Следующий этап заключается в монтаже, наладке и испытании электрооборудования (Рисунок 6).





Рисунок 6. Монтаж электрооборудования.

Использование различных инструментов и методик позволяет добиться разного угла изгиба. Проектируя корпус, вы контролируете этот параметр заданием радиуса изгиба - это радиус внутренней поверхности изгиба (внешний радиус - это сумма внутреннего радиуса и толщины металла).

Металлические корпуса предназначены для размещения внутри них различного электрооборудования при создании щитов управления и распределения электроэнергии. Внутреннее пространство шкафов обеспечивает надежную защиту от внешних воздействий, а также указанную степень защиты от прикосновения или контакта с подвижными частями и элементами, находящимися под напряжением.

Перед тем как отправиться к потребителю, изделия проходят контроль соответствия стандартам на линии проверки качества. Шины, проводники, клеммы и другие компоненты, используемые при сборке изделий, подвергаются строгому входному контролю.

Система контроля качества комплектующих и готовых изделий обеспечивает соответствие нашей продукции самым жестким стандартам. Подтверждением этого служат соответствующие сертификаты.

Каждое изделие имеет определенную степень пыле- и влагозащищенности (IP). Все они оснащаются дверью с замком и снабжаются

необходимым количеством реек для установки оборудования, а также специальной монтажной панелью для закрепления счетчика.

При производстве корпусов их поверхность обрабатывается антикоррозийными составами, что обеспечивает устойчивость изделий к воздействию различных внешних факторов.

Для производства щита электропитания будем использовать гибочные станки с ЧПУ, сверлильный станок для получения отверстий (крепление короб и крышки), стандартные изделия.

## 2. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ

Жизненный цикл изделия - это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта.

Основными этапами жизненного цикла щита электропитания являются (Рисунок 7):



Рисунок 7. Этапы жизненного цикла щита электропитания.

Сам термин «управление жизненным циклом изделия» появился как результат почти двадцатилетней эволюции соответствующих рынков и технологий. Для середины начала 1990-х гг. единого мнения относительно того, что именно следует относить к категории информация об изделии, (особенно в смысле инженерных данных) попросту не существовало. Постепенно эти данные стали конкретизироваться, как данные об изделии. Именно в это время появился термин «управление данными об изделии» (PDM).

Последние несколько лет внесли окончательную ясность: отрасль сформировалась и постоянно расширяется как по степени охвата, так и по мощности предлагаемых решений, благодаря чему, собственно, и был принят термин PLM.

PLM-система - это совокупность программных продуктов, назначение которых решать задачи создания инженерных данных (средствами CAD/CAE/CAPP/CAM/MPM/MES-систем) и управление инженерными данными (Рисунок 8).



Рисунок 8. Структура PLM системы.

Основные компоненты PLM-системы на предприятии:

- PDM - система (Product Data Management) -система управления данными об изделии, является основой PLM, предназначена для хранения и управления данными.

- CAD - система (Computer Aided Design) - проектирование изделий.

- CAE - система (Computer-Aided Engineering), предназначенная для решения различных инженерных задач: расчетов, анализа и симуляции физических процессов.

- CAPP- система (Computer-Aided Process Planning) – система для проектирования техпроцессов и оформления технологической документации.

- CAM- система (Computer-Aided Manufacturing) – система автоматизации технологической подготовки производства.

- MPM - система (Manufacturing Process Management) – система управления производственными процессами, цифровое производство – обобщённое название набора технологий, методов и программ, используемых при производстве изделий.

- MES - система (Manufacturing Execution System) – производственная исполнительная система.

Важнейшими составляющими PDM-систем являются системы конструкторского, функционального, и технологического проектирования. Системы конструкторского проектирования называют CAD системами (Computer-aided design), с помощью которых создаются модели и чертежи изделий. Расчёты и инженерный анализ выполняется с помощью систем CAE (computer-aided engineering).

Проектирование технологических процессов составляет часть технологической подготовки производства и выполняется в САМ-системах (computer-aided manufacturing).

Для изделия щита электропитания важно добиться качественное и надежное производство, так как данный тип изделия относится к военной промышленности.

## 2.1 Стадия «поддержка жизненного цикла изделия»

В стадию «Поддержка жизненного цикла изделия» входят такие этапы, как:



Рис. 9 - Стадия «Поддержка жизненного цикла».

Поддержка жизненного цикла изделия включает в себя:

- Планирование разработки;
- Эксплуатация и сервисное обслуживание;
- Взаимодействие с поставщиками.

На каждом этапе жизненного цикла изделия решаются задачи, которые взаимодействуют между собой, как последовательно, так и параллельно (Рисунок 10).

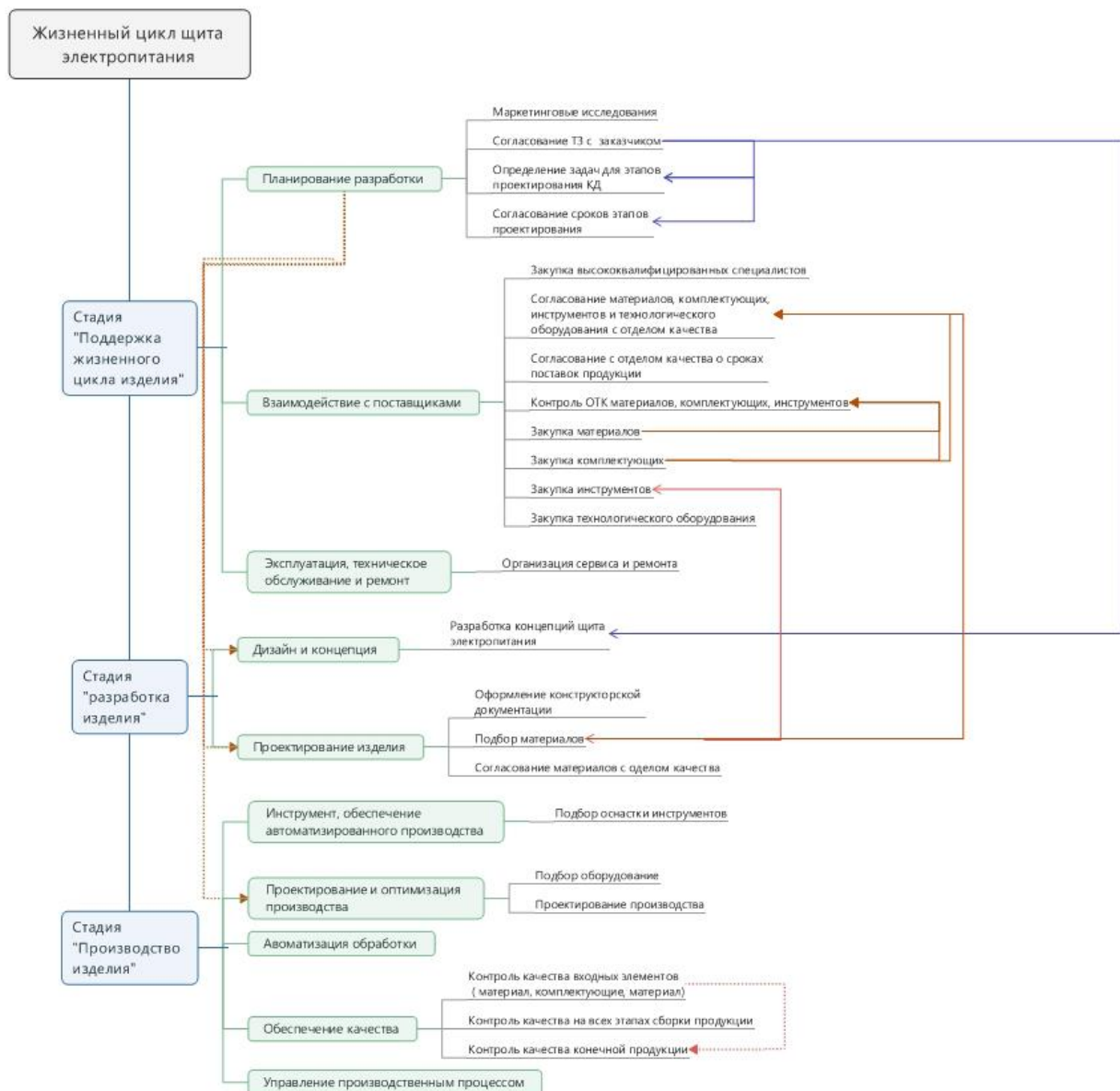


Рисунок 10. – Задачи стадии «Поддержка жизненного цикла щита электропитания»

### 2.1.1 Планирование разработки

Этап планирования разработки является одним из первых этапов ЖЦИ. На этом этапе составляется план выполнения проекта. Планирование ведется на основе технического задания от заказчика. Основные задачи этапа:

- Постановка задач для каждого этапа жизненного цикла щита электропитания;
- Планирование потребностей в ресурсах (закупка материалов, комплектующих);
- Формирование отчетных документов (конструкторская документация);
- Разработка планов выполнения проектов (План для каждого отдела: конструкторского, производственного, сборочного).
- Отслеживание хода выполнения работ.

Разработанный план на изготовление щита электропитания включает в себя этапы проектирования, производства и поддержки изделия. Данный план позволяет отслеживать ход выполнения работ, формировать решения, связанные с воздействием на процесс или с корректировкой планов, позволяет сформировать представление о видах и интенсивности нагрузок на рабочие группы, а также корректировать каждый этап проекта, связанных с невыполнением текущих задач (Рисунок 11).



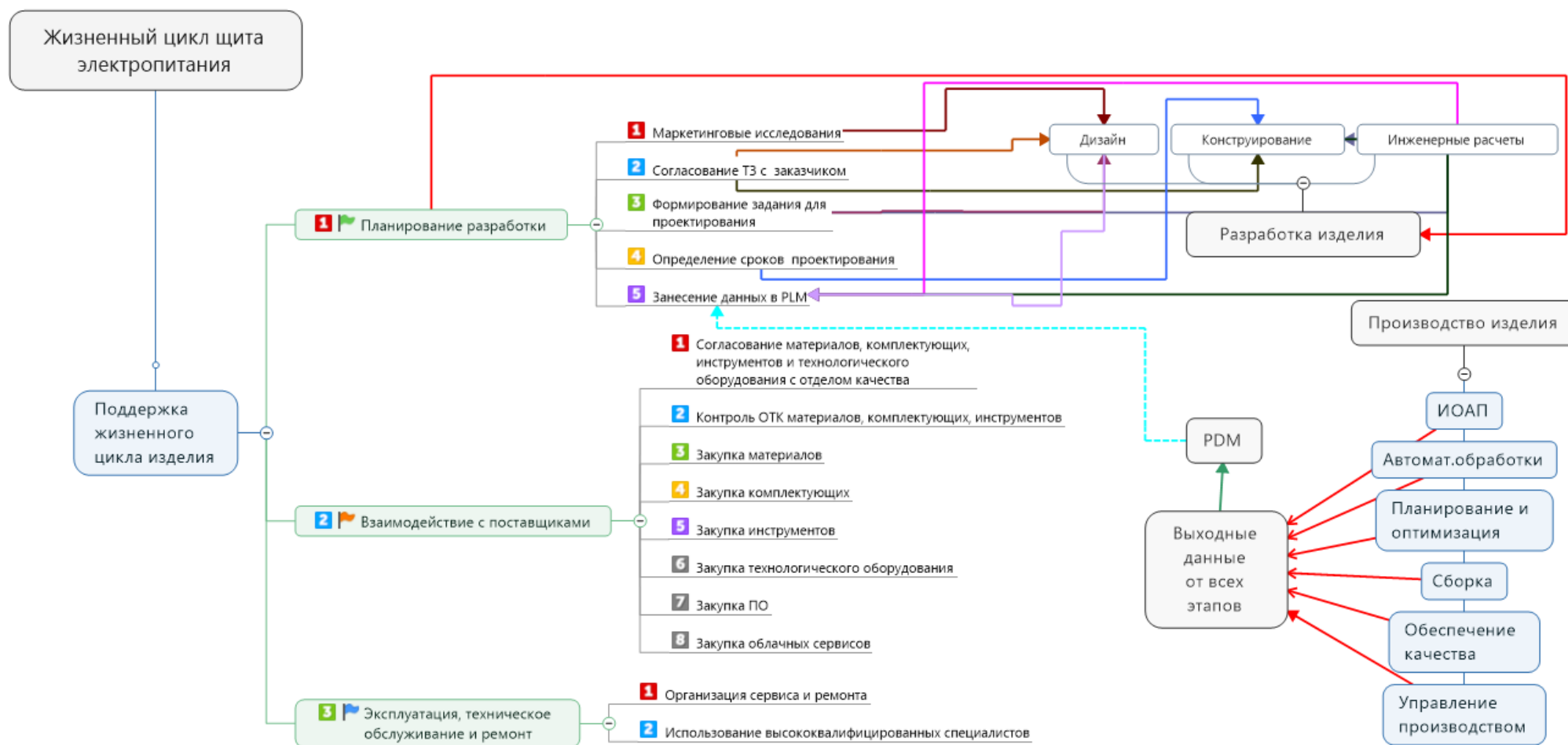


Рисунок 11. – Стадия «Поддержка жизненного цикла щита электропитания»

Маркетинговые исследования – это форма исследования, направленная на определение тенденций рынка, понимание желаний и поведения покупателей и конкурентов.

Для маркетингового исследования нам потребуется:

- оценить рынок потребностей;
- исследовать рынок в качестве конкурентов;
- оценить стоимость изделия и его спрос.

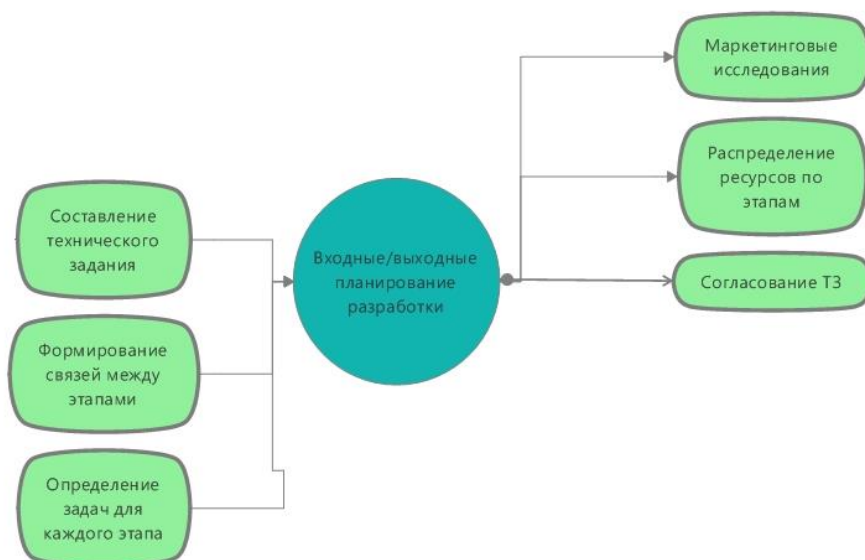


Рисунок 12. – Входные и выходные данные этапа Планирование разработки

На рисунке 12 изображено входные и выходные данные планирование разработки. При планировании разработки требуется:

- требования заказчика, а именно согласование ТЗ;
- установка сроков выполнения задач;
- ресурсы.

От сроков выполнения задач зависит от дизайнера, конструктора и инженера по оптимизации производства. Ресурсы параллельно связаны с

конструктором и дизайнером, они должны постоянно взаимодействовать с друг с другом. Так как не всегда хватает ресурсов для задумки инженера или дизайнера.

При оценке рынка нужно провести опрос (например, определить в какой сфере данное изделие чаще всего используется). Также исследовать своих конкурентов, найти их сильные и слабые стороны. А для оценки стоимости изделия нужно понимать для какого именно потребителя продукт наиболее будет необходим.

Как видно из рисунка 11 данные - маркетинговые исследования поступают дизайнеру, согласование с заказчиком, также поступает дизайнеру. Дизайнер после принятия этих выходных данных отдает их в следующий этап конструирования для того, чтобы начать этапы дизайн, конструирование, инженерные расчёты или другие этапы нужно сформировать задания для этих этапов, поставить сроки. Так как мы используем аспекты индустрии 4.0 эти данные мы должны получить обратно и занести в инженерные расчёты, которые поступают напрямую и идут на этапы конструирования.

## **2.1.2 Взаимодействие с поставщиками**

Самым из основным этапом жизненного цикла изделия является этап «Взаимодействие с поставщиками». От выбора поставщика зависит будущее выпускаемого изделия. Основной идеей, на которой строится обеспечение фирмы качественными материалами, комплектующими изделиями, является стабильность связей.

В данную стадию входят такие компоненты, как:

- Закупка материалов, комплектующих, инструмента;
- Согласование в военными представителями и заказчиков о сроках поставках;

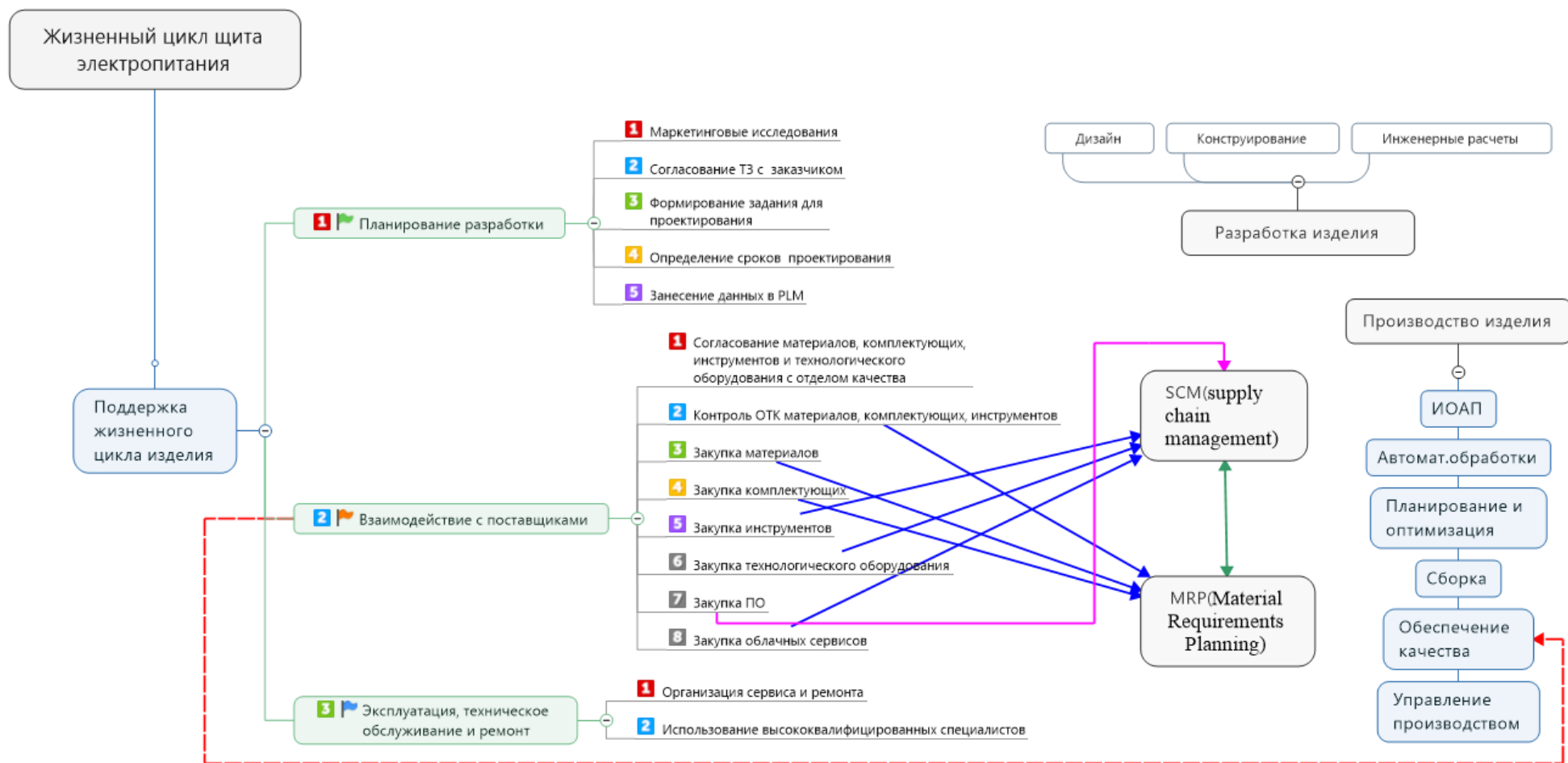


Рисунок 13. - Поток данных этапа Взаимодействие с поставщиками

На этапе взаимодействия с поставщиками можно использовать индустрия 4.0, а именно MRP система и SCM-система. Это значит, что подбирается материал, полностью отслеживается как закупается и по какой цене. Оптимальные цены в данной системе отслеживается прохождение тех или иных товаров, а также комплектующих ПО или материалов с отслеживанием времени нахождения в пути и времени поставки. Программа очень легко настраивается и эти данные мы можем также внести в PDM, которые будут в общей сложности внесено в PLM систему. На этом же этапе можно использовать облачные технологии данные можно будет получать вне зависимости от того, где находится менеджер.

На рисунке 13 видно, что без согласования материалов, комплектующих с отделом качества дальнейшее проектирование изделие приостановиться, либо замедлит процесс проектирования.

Для щита электропитания нужны следующие комплектующие. Для этого составляется ведомость покупных изделий, в которой прописывается наименование изделия, его обозначение, количество и поставщик. (Рисунок14)

Лист. примеч.	ЛП/ПА468364.004	№ строки	Наименование	Код продукции	Обозначение документа на поставку	Поставщик	Куда входит (обозначение)	Количество				Примечание
								на изделие	в комплект	на резерв	Всего	
		1										
		2	Соединители									
		3										
		4	Вилка 2Р/ТТ20Б4Ш39В		ГЕО.364.120 ТУ	АО "Завод Электрон" г. Казань	ЛП/ПА468364.004	1			1	
Строч. №		5										
		6	Вилка 2Р/МДТ27Б7Ш5В1В		ГЕО.364.126 ТУ	АО "Завод Электрон" г. Казань	ЛП/ПА468364.004	1			1	
		7										
		8	Разетка 2Р/ТТ20Б4Г6В		ГЕО.364.120 ТУ	АО "Завод Электрон" г. Казань	ЛП/ПА468364.004	1			1	
		9										
		10	Разетка 2Р/МДТ27Б7Ш5В1В		ГЕО.364.126 ТУ	АО "Завод Электрон" г. Казань	ЛП/ПА468364.004	1			1	
		11										
Лист. примеч.		12	Втулка приборная резьбовая			Germes Grupp	ЛП/ПА301152.001	2			2	
		13	типа IT М4х25 из стали (4.8)									
		14	с медным покрытием НВ5									
		15										
Лист. примеч.		16	Защелка резьбовая М4-20 RTSN ST			KVT-Fastening GmbH	ЛП/ПА301152.001	10			10	
		17										
		18	Защелка резьбовая М6-30 RPK ST			KVT-Fastening GmbH	ЛП/ПА301152.001	10			10	
Лист. примеч.		19										
		20	Защелка 2,5х7,31		ГОСТ 10299-80	ООО "ГЕФЕСТ" г.Томск	ЛП/ПА468364.004	2			2	

Рисунок 14. – Состав комплектующих для щита электропитания.

У каждого поставщика должна быть лицензия, т.е. не каждая организация может продавать продукцию без лицензии. Также все комплектующие и материалы должны быть российского производства.

При производстве каждого стандартного изделия, материала, соединителя есть отдел технического контроля, который проверяет качество и работоспособность выпущенной продукции. Но чаще всего качество продукции проверяют дважды – где производят и где используют для дальнейшего изделия (входит в состав какой-нибудь сборки).

Заказчик и поставщик руководствуются при установлении долговременной связи следующими принципами.

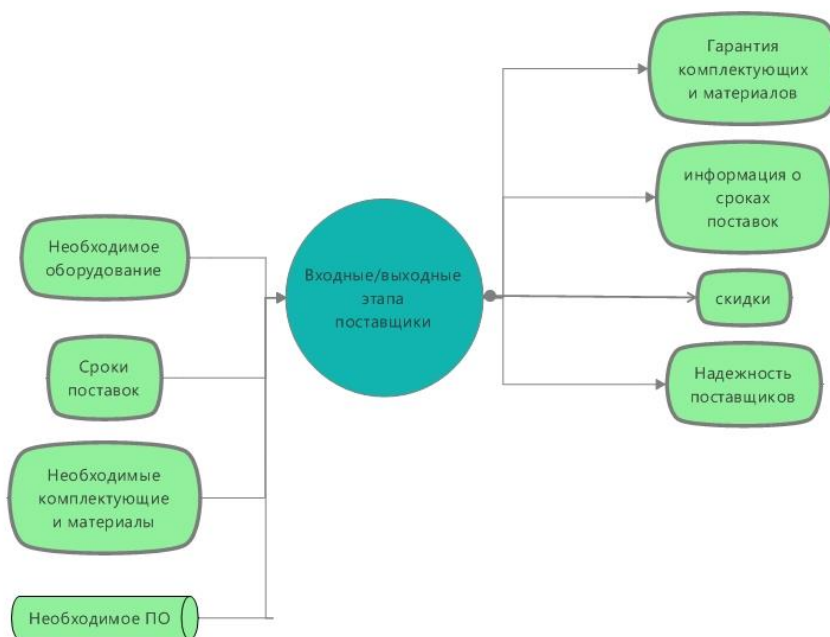


Рисунок 15. – Входные/выходные данные «Взаимодействие с поставщиками»

На рисунке 15, видим, что изменение входных данных, которые находятся слева, влечёт изменение сроков поставок, скидок, а также надёжность поставщиков, что влияет на дальнейшее сотрудничество с ними.

1. Заказчик и поставщик несут полную ответственность за проведение контроля качества при взаимном доверии друг к другу.
2. Заказчик и поставщик являются независимыми, и каждый с уважением относится к независимости другой стороны.
3. Заказчик несет ответственность за предоставление достоверной информации и четко установленных требований к поставщику, которыми он руководствуется при производстве необходимой продукции.
4. Между заказчиком и поставщиком должен быть заключен контракт, определяющий качество продукции, ее количество, стоимость, сроки поставки и способ платежа.
5. Поставщик несет ответственность за обеспечение качества, отвечающего требованиям заказчика, а также за представление по просьбе заказчика необходимой и точной информации.
6. Заказчик и поставщик заблаговременно устанавливают методы оценки различной продукции, отвечающие требованиям обеих сторон.
7. Заказчик и поставщик совместно разрабатывают механизм и методы, обеспечивающие разрешение спорных вопросов и разногласий.
8. Заказчик и поставщик обмениваются информацией, обеспечивающей наиболее эффективное проведение контроля качества с учетом интересов каждой стороны. В данном изделии король качества продукция может проходить с двойной проверкой ОТК. А именно, при получении какого продукта (комплектующегося), проходит проверка на работоспособность и качество со стороны поставщика. При поступлении готовой продукции на дальнейшее производство для сборки, изделие вновь проходит перечень входного контроля (материал, комплектующее). После сборки всего изделия,

оно вновь проходит проверку в отделе ОТК, которое в дальнейшем согласуется с военными представителями.

Иногда случаются не со стыковки с продукцией, а именно заказчик оправляет продукции по функционалу и требованиям такие как заверено спецификацией и ведомостью покупных, а по факту этикетка или бирка на изделие совершенно другая (могут отличаться несколько характеристик, возможно даже не сильно значимых). Поэтому в это стадии на практике очень долго покупное изделие может проходить, пока не отдел качества для дальнейшего сбора продукции, что очень замедляет процесс создания изделия.

9. Заказчик и поставщик в целях поддержания дружеских и деловых взаимоотношений, отвечающих интересам обеих сторон, осуществляют функции контроля, включающего предоставление заказов, планирование делопроизводства.

10. Заказчик и поставщик при заключении деловых соглашений руководствуются постоянно и только интересами потребителя.

От того насколько правильно выстроены взаимоотношения компании с поставщиками, насколько полно задействованы резервы, заключенные в грамотно налаженных отношениях, во многом зависит успех работы предприятия на рынке.

Существует несколько видов поставщиков:

- Производители;
- Дистрибьюторы;
- Импортеры.

Цена товара у этих производителей, как правило, низкая, но все зависит от местоположения продавца - грузоперевозки повышают цены.



Большинство розничных продавцов предпочитают покупать продукцию через отделы сбыта компаний или у независимых представителей, которые обрабатывают заявки для нескольких различных компаний.

Также известны как оптовики, брокеры или дилеры, дистрибьюторы закупают продукцию у нескольких производителей и складируют ее для продажи в розничные магазины. Кроме того, дилеры могут представлять производителей в определенных регионах, так называемые "официальные". Хотя цены дистрибьютеров бывают и выше, чем при покупке товаров напрямую у производителей, они могут поставлять товары для розничной торговли с небольших заказов от различных производителей, так как некоторые компании отказываются выполнять небольшие заказы. Короткий срок доставки и более низкие расходы на нее, дистрибьютор часто компенсирует повышенной стоимостью.

Многие покупатели приобретают иностранные товары у отечественного импортера, который работает так же, как и внутренний оптовик. Или, в зависимости от связей с зарубежными источниками, покупатели могут выезжать за границу, чтобы купить товар.

### **2.1.3 Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт**

Следующим этапом жизненного цикла изделия является этап «Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт». При любом сбое или поломки изделия может потребоваться ремонт, замена комплектующего, а возможно и замена всего изделия в целом.

Для того, чтобы снизить затраты на ремонт оборудования и уменьшить его время простоя, нужно правильно эксплуатировать и обслуживать промышленное оборудование. (Рисунок 16)



Рисунок 16. – Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт

При эксплуатации оборудование для жизненного цикла изделия входит:

- монтаж оборудования;
- ввод в эксплуатацию;
- хранение оборудования

Монтаж оборудования – это процесс его сборки и установки. Он состоит из подготовки, монтажа, определённых действий специалистов по его запуску, изучению документации, обучению технического состава. От этого зависит насколько надёжно, долговечно и качественно будет работать установка.

После поставки на предприятие нового оборудования технические специалисты должны проверить его работоспособность и подготовить к запуску согласно нормативной и технической документации. Ввод в эксплуатацию – это обязательная процедура, направленная на фиксирование факта начала использования оборудования и отражения его в бухгалтерском

учете в качестве основных средств. По итогам процедуры оформляется акт ввода в эксплуатацию оборудования.

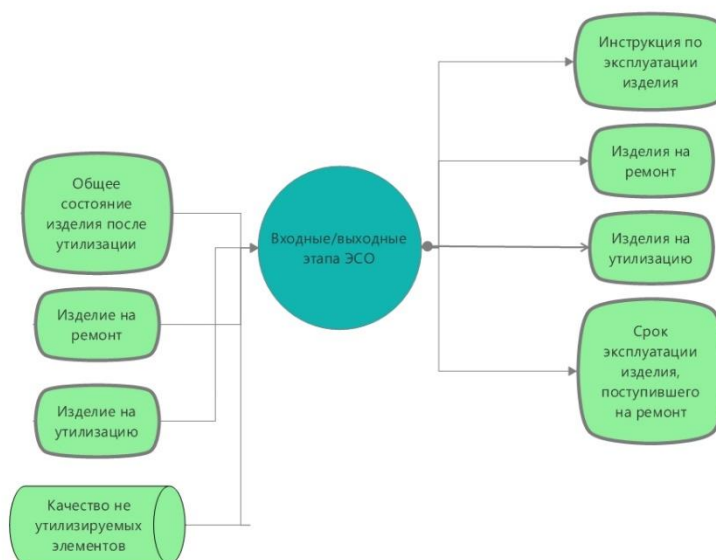
Процедура ввода техники в эксплуатацию состоит из нескольких этапов:

- Проверка техническими специалистами готовности оборудования к функционированию в производственных условиях. Также на этом этапе выявляют имеющиеся дефекты.
- Если испытания не вызвали нареканий, члены комиссии составляют заключение об исправности техники.
- Оформляется акт ввода объекта в эксплуатацию.

Хранение изделия предполагает несколько важных моментов: температурный режим, оптимальная влажность воздуха, надежность помещения, обеспечивающего сохранность техники, круглосуточный доступ, а также еще и его размеры, удобный подъезд для комфортабельной погрузки техники. Все эти вопросы успешно решает вариант складского хранения готового продукта.

После сбыта продукции необходимо обеспечить техническую поддержку изделия и сервисное обслуживание клиентов, поскольку в ходе эксплуатации изделия могут возникнуть разного рода неисправности, которые не были выявлены на этапе контроля качества. Специально для этого многие предприятие производят несколько больше изделий в партии, учитывая, что некоторый процент изделий окажется бракованными.

Некоторые предприятия, предоставляя свою продукцию, через некоторое время сами напоминают и делают плановое обслуживание, которое обычно входит в стоимость продукции. Плюс такого принципа заключается в том, что производитель оценивает качество своей продукции и выявляет какие



недостатки в нем есть, если, конечно, они имеются.

Рисунок 17. – Входные и выходные данные этапа ЭСО

На рисунке 17 видно, что изменений сведений об изделие, которое поступает на данном этапе на ремонт, утилизацию, влекут за собой изменение о сроках выполняемых работ.

## 2.2 Стадия «Разработки изделия»

На рисунке 18 представлены этапы, входящие в стадию «Разработки изделия».



Рисунок 18. – Стадия «Разработка изделия»

На рисунке 19 представлены основные задачи, решаемые на каждом этапе стадии «Разработка изделия».

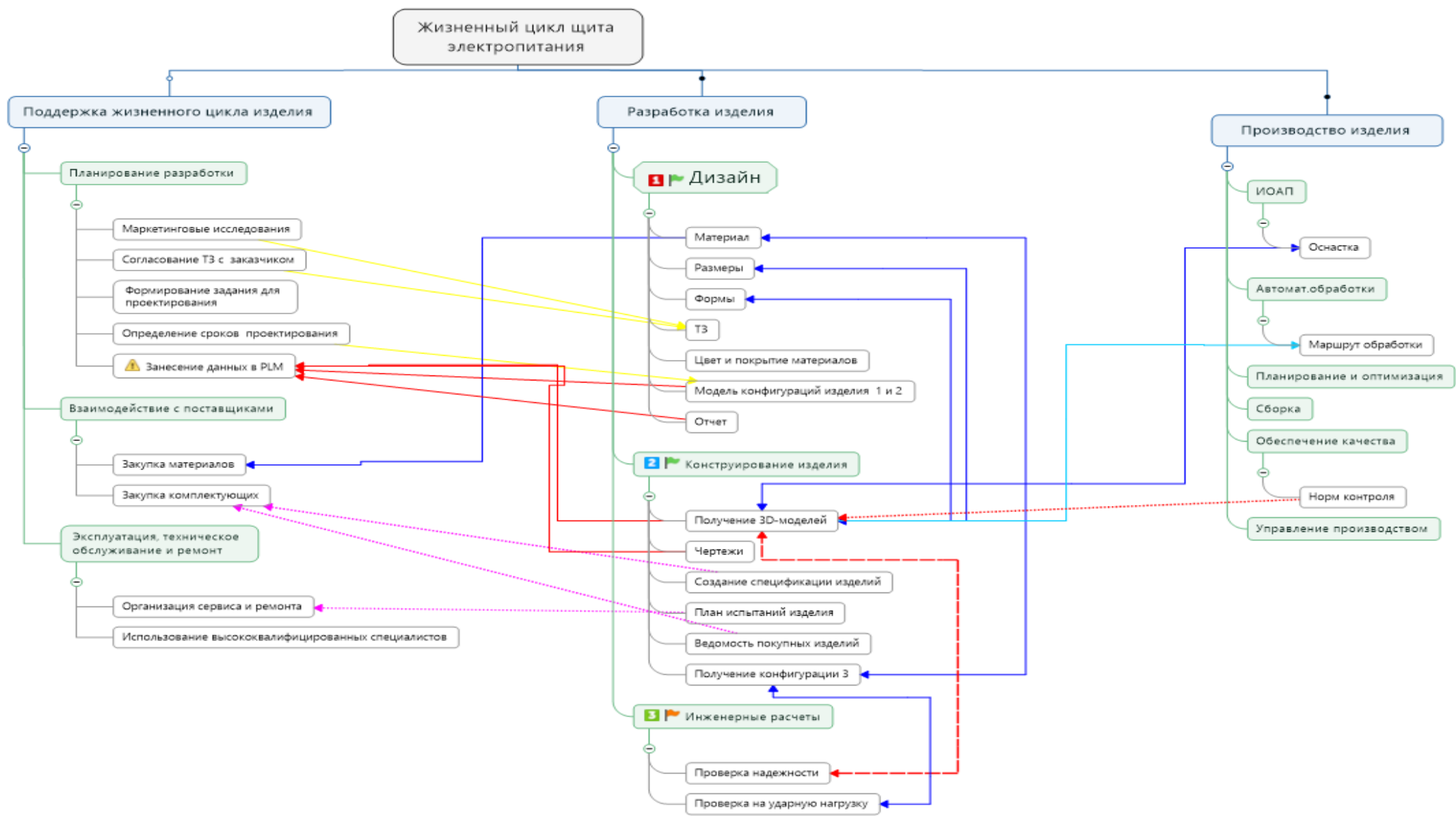


Рисунок 19. – Задачи для стадии «Разработка изделия»

### 2.2.1 Дизайн и концепция

После этапа планирование начинается этап «Дизайн и концепция». На данном этапе введется разработка первичного дизайна. Дизайнер разрабатывает первичную концепцию щита электропитания. Он закладывает дизайн щита, после которого формируются первые технические требования, которые в последующих этапах будут предъявляться к изделию.

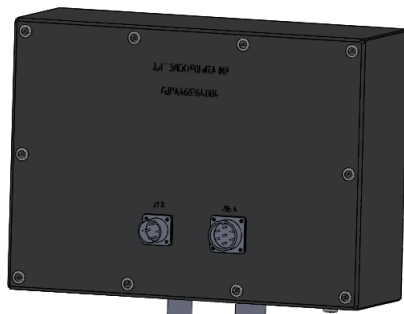
На рисунке 19 показаны движения информационных потоков. Потоки поступают не только на этапе дизайна, но также взаимодействует с этапами конструирования изделия, инженерными расчетами и предыдущим этапом взаимодействия с поставщиками. После формирования отчета дизайнера они поступают также в PLM систему. Все основные данные этапа дизайна уходят на конструирование. На этапе дизайна формируется оболочка, выбирается материал, подбираются оптимальные габаритные размеры изделия, формируется форма будущих изделий. На данном этапе были разработаны модели конфигурация 1.2 представленные на рисунках 20 и 21.

Изначально, чтобы создать концепцию щита электропитания нужно взять входные данные, а именно:

- Техническое задание;
- Перечень материалов, которые согласованы с военными представителями и заказчиком;
- Перечень комплектующих, которые входят в состав щита электропитания и согласованы с отделом качества и заказчиком;
- Исследование и анализ существующих патентов.

В рамках ВКР разработаны два концепта щита электропитания:

- 1) Первый концепт щита электропитания выполнен в классическом формате в виде прямоугольного короба. Данный вариант взят из реального



производства. Концепт полностью соответствует требованиям заказчика.

Рисунок 20. – Первый концепт щита электропитания.

- 2) Второй концепт щита электропитания разработан более эргономичная форма, а именно у короба появились более округленные формы и уменьшен размер. С помощью уменьшения размера щит выглядит более компактным и приятным на внешний вид.

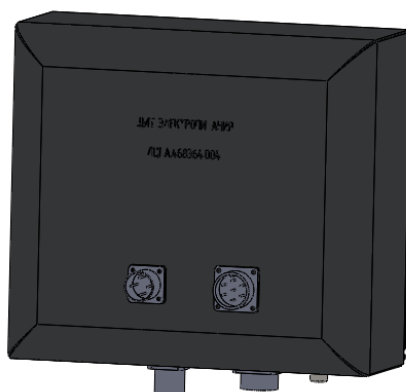


Рисунок 21. – Второй концепт щита электропитания.



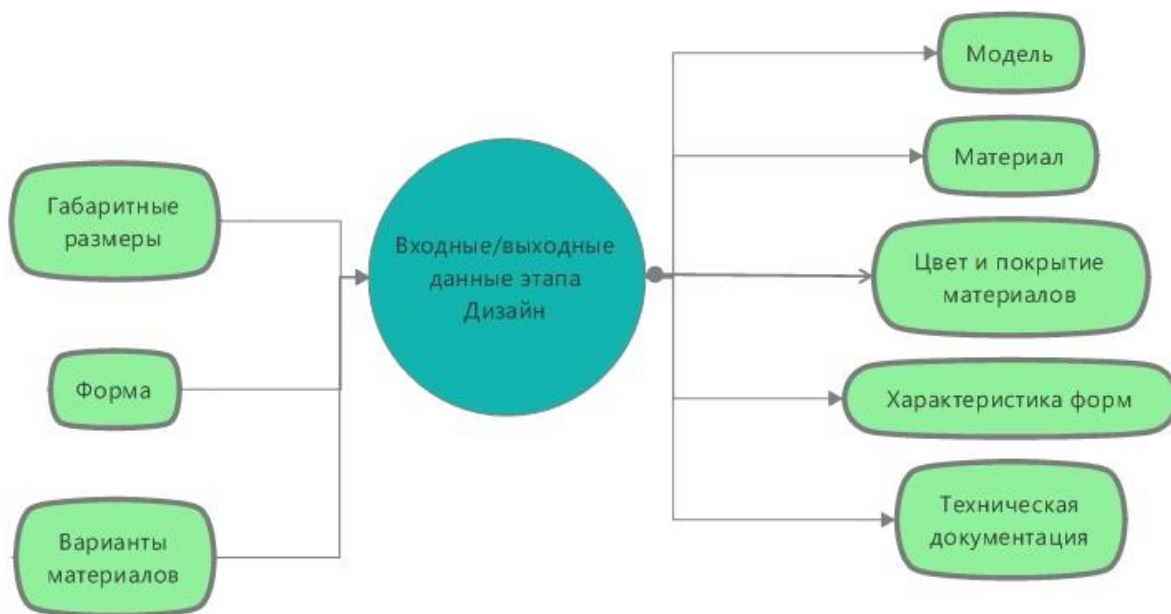


Рисунок 22. – Входные/выходные данные на этапе дизайна.

Согласно предъявленным требованиям создается эскизный проект, который затем согласовывается с конструкторским отделом и технологическим отделом. После согласования происходит этап поиска материалов, описания их технических характеристик и поиск цветовой гаммы, которая наиболее гармонирует с данным изделием. С помощью технических средств создаются поверхности будущего изделия.

Было создано 2 изделия, каждое из которых имеет разную форму. При изменении какой-либо характеристики в изделии. После новых введений либо изменений в изделии коснётся конструкторов и поставщиков.

## 2.2.2 Проектирование изделия

После получения концепции на стадии дизайна данный переход в конструирование изделия. Конструктор начинает прорабатывать внутреннюю оболочку данных, которые он получил от дизайнера, а именно создание внутренних соединений крепления, электронную начинку и другие необходимые элементы для функционирования данного изделия или по его непосредственному назначению. Так как щит электропитания крепится в кузове фургоне, для него должны быть предусмотрены технологические отверстия. Внутренности должны быть сформированы таким образом, чтобы вся внутренняя оболочка надежно сохранялась в период всей эксплуатации.

На рисунке 19 видны потоки данных, которые приходят со стадии дизайна для формирования будущих 3D модели конфигурации, которые были проработаны на стадии дизайна и концепции. После создаются чертежи, которые уходят в PLM систему создается ведомость покупных изделий, которые также уходят туда и на этой же стадии прорабатываются дополнительные конфигурации в соответствии с техническим заданием.

При проектировании щита электропитания учитывается его дизайн и концепция. Конструирование и создание опытных образцов щита электропитания, как правило, укладывается в следующий порядок действий:

1. Разработка технического задания, в нем указывают эксплуатационные, технические и экономические требования к изделию.

2. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы:

- научные исследования;
- технологические исследования;
- выработка концепций;

3. Эскизный проект, в него входит составление конструктивных схем, чертежей общих видов изделия и узлов, а также записки, поясняющей расчетные параметры и экономические показатели.
4. Разработка КД по утвержденной модели (чертежи, сборки, спецификации, ведомости покупных изделий, перечень элементов).
5. Изготовление опытного образца с конструкторским сопровождением (на данной стадии бывает необходима доработка КД под возможности конкретного производства, либо при несогласии военных представителей на разработку изделия).
6. Испытания опытного образца.

Щит электропитания испытывают при различных климатических условиях, стараются сделать так, чтобы при кратчайших сроках определить срок службы, увидеть какие элементы выходят из строя раньше всего и как в целом щит электропитания себя покажет. После испытаний, некоторые составные части дорабатывают, изменяют и вновь запускают в производство и испытывают.

7. Доработка КД по результатам испытаний. В состав щита электропитания входят следующие элементы (элементы изделия фиксируются в спецификациях). На рисунке 23 с помощью спецификации мы видим состав изделия.

					<i>Сборочные единицы</i>	
A2	1	ЛЦПА.301152.001		Корпус		1
					<i>Детали</i>	
A3	2	ЛЦПА.741125.001		Крышка		1
A3	3	ЛЦПА.754.14.2.005-02		Правладка		2
A3	4	ЛЦПА.754.14.2.005-14		Правладка		2
A4	5	ЛЦПА.754.34.2.004		Табличка		1

Рисунок 23. – Спецификация изделия

В нашем случае мы используем щит электропитания, который применяется в качестве второстепенного изделия. Такие щиты используют в единичном производстве.

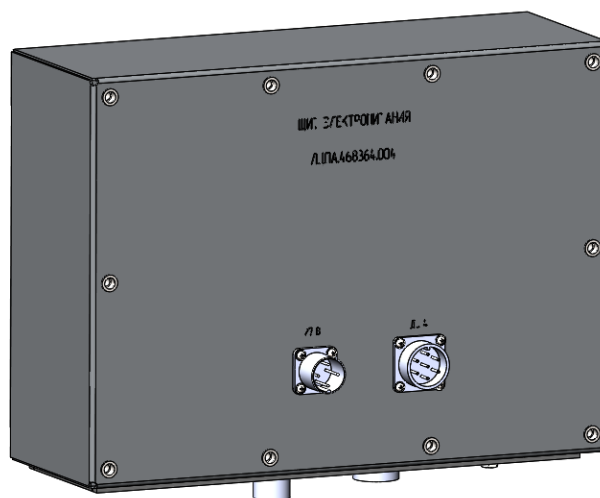


Рисунок 24. – 3D модель щита электропитания

На рисунке 24 мы видим, что корпус состоит из листового материала при помощи гибки. Также в нем присутствуют отверстия для заклепок и разъемы для вилок и розеток.

Каждое изготавливаемое изделие также имеет технические требования, которые нужно соблюдать (Рисунок 25).

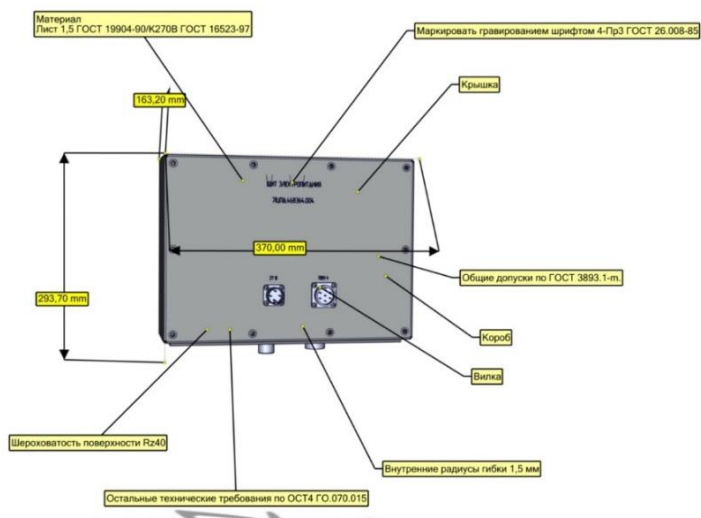


Рисунок 25. – Технические требования щита электропитания

В состав щита электропитания входят следующие элементы (Рисунок 26):

1. Корпус
2. Крышка
3. Прокладка
4. Втулка

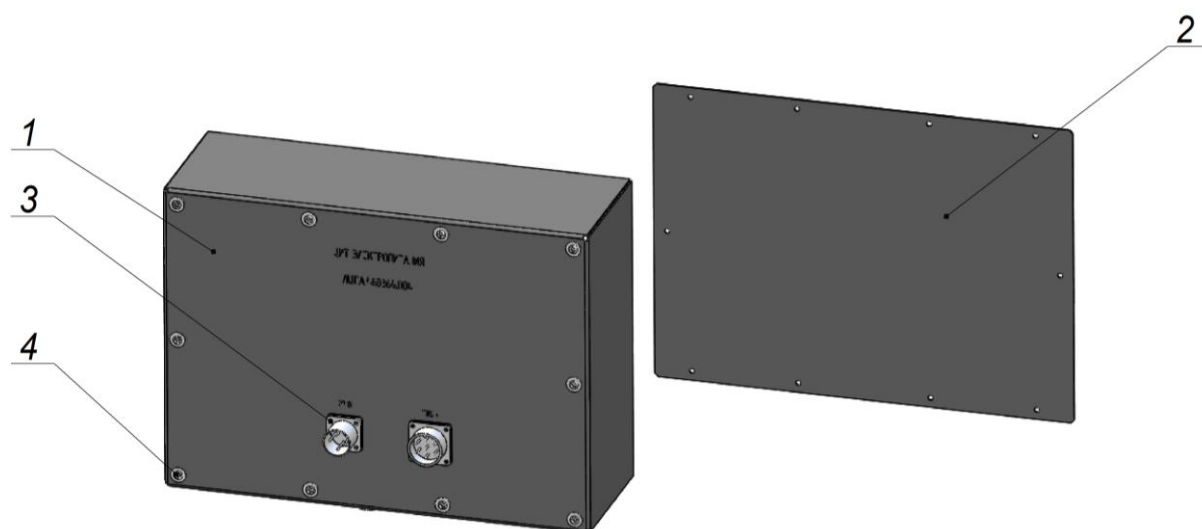


Рисунок 26. – Состав щита электропитания

Рассмотрев все полученные данные, можно сказать, что данный этап является одним из самых важных в ж.ц.и., потому любое его изменение влияет на каждый этап. Также изменении конструкции вносит изменения данных для конструктора и технолога, а также для специалиста по планированию и подбора инструмента.

### **2.2.3 Управление процессами инженерных расчетов**

После того как получены данные от дизайна и конструктора - эти данные уходят в инженерные расчёты, потому что нужно изделие проверить. Раньше этими данными занимались расчетчики по специальным схемам и методам, сейчас такими расчётами занимается специализированные системы САЕ.

Такие системы обеспечивают быстрый расчёт, благодаря методу конечных элементов, эти методы основаны на интегральных исчислениях дифференциальных уравнениях. Проверка надежности, проверка на ударную нагрузку и прочие другие расчеты легко выполнить в таких системах. Для этого всего лишь нужно получить 3D модель от конструктора зная материал его свойства, а также характер нагрузки, приложенной к изделиям. На рисунке 19 хорошо прослеживается все эти связи.

Этап «Управление процессами инженерных расчетов» является одним из основных этапов жизненного цикла, так как на этом этапе проводятся различные статические испытания над разработанной конструкции щита электропитания. Главная задача данного этапа – проверка и анализ 3D модели щита электропитания в соответствии с требованиями заказчика и технического задания.

После проведения статических испытаний необходимо выявить и устранить все недостатки и вновь провести статические испытания.

Статическими называют такие испытания, при которых испытуемый материал подвергают воздействию постоянной силы или силы, возрастающей весьма медленно. Статические испытания проводятся при однократном и достаточно медленном действии нагрузки на изделие (образец). При статических испытаниях металлов определяют упругие свойства, сопротивление малым начальным пластическим деформациям, сопротивление значительным пластическим деформациям, сопротивление разрушению, свойства, характеризующие пластичность, а иногда также и статическую вязкость. Испытывать до тех пор, пока статические испытания не будут соответствовать техническому заданию и требованиям заказчика.

- Повышение качества щита электропитания
- Повышение скорости моделирования
- Создание точной модели сборки

Для точного и визуального расчета используют современные системы CAE, которые помогают увидеть, как под действием нагрузки происходит смещение материала и корпуса. С помощью программы Solidworks Simulation приложим нагрузку на щит электропитания, а именно 1000 Н. Изначально рассмотрим сетку, причем чем меньше размер треугольников (мелкая сетка) тем точнее будет результат. Для более качественного исследования применяем максимальное качество сетки.

При испытании нашего изделия количество элементов составило около 30000 элементов.

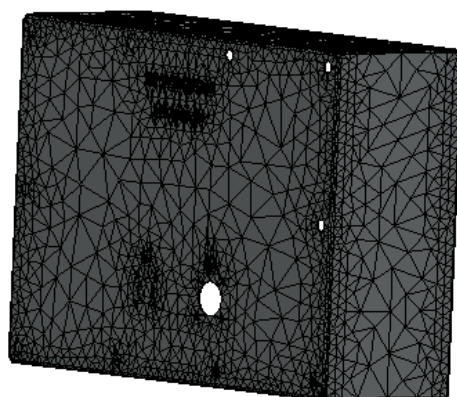


Рисунок 27. – Сетка изделия

После получения качественной сетки и расстановки силы на изделие, с помощью программы производится вычисления. В результате получаем ее численные величины и с помощью цветового индикатора видим в каких местах изделие более устойчиво к нагрузкам, а где нет (Рисунок 28).

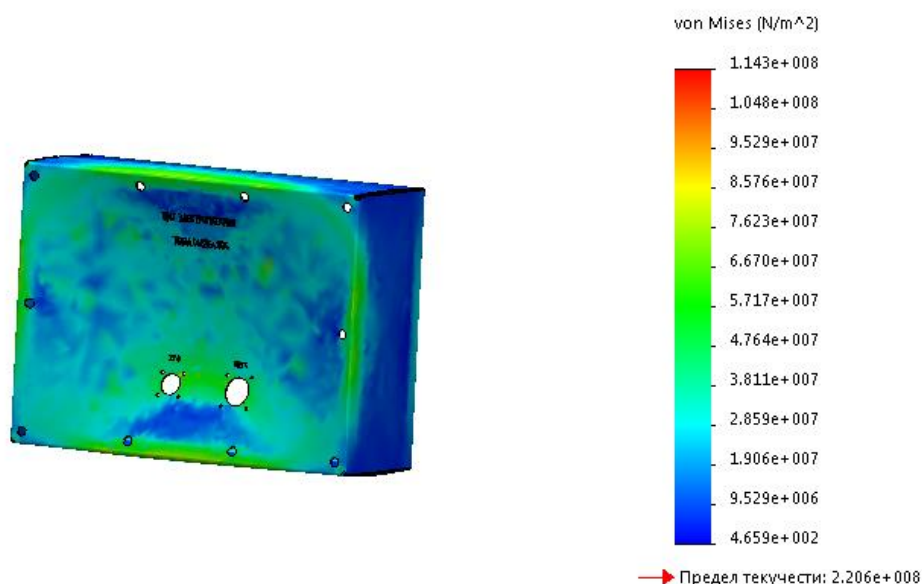


Рисунок 28 – Испытание на ударную нагрузку

Полученные исследования нам показывают, что модуль имеет достаточный запас прочности, на рисунке 28 видна слабые места корпуса, ребра жёсткости в данной конструкции играют не маловажную роль прочности.



В конечном итоге на данном этапе у нас происходили следующие процессы. Мы получили входные и выходные данные нашего исследования, а именно:

- На входных данных – модель, ее размеры и масса.
- На выходных данных – Деформация поверхности корпуса, сохранение размеров и сохранение массы изделия.

Самое важное из этих данных – расчеты, исходя из которых происходит изменение конструкции и ее конфигурации. Расчеты в основном поступают к конструктору, который в последующем изменяет модель и всю документацию, относящуюся к ней.

## 2.3 Стадия «Производство изделия»

Самых из важнейших этапов всего жизненного цикла изделия является стадия производства. На этом этапе происходит подбор оборудования, инструмент. Составляется управляющая программа в определенных САМ программах, которые вводятся в станок и уже оттуда начинается создание самой детали, а в дальнейшем и всего изделия в целом.

Также в данной стадии происходит процесс проектирование производственных помещений, их оптимизация, а также организация всего производства в целом.

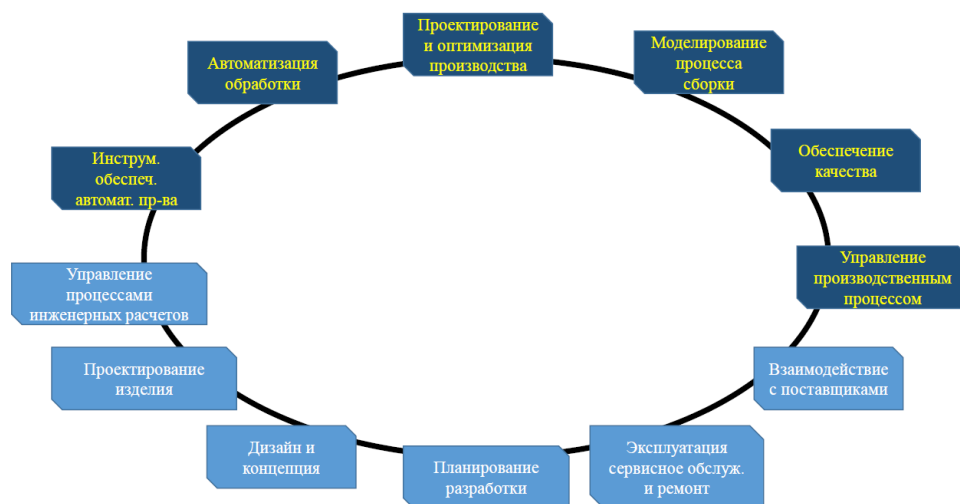


Рисунок 29. – Стадия «Разработка изделия»

Отличительной особенностью этого этапа является то, что управления и корректировка производственного процесса происходит постоянно. Так как это самый наиважнейший этап всего изделия, в котором предприятие получает самую наибольшую прибыль. При правильном управлении производства – залог успешного существования фирмы. На рисунке 30 показаны связи и задачи, которые решаются на данной стадии.

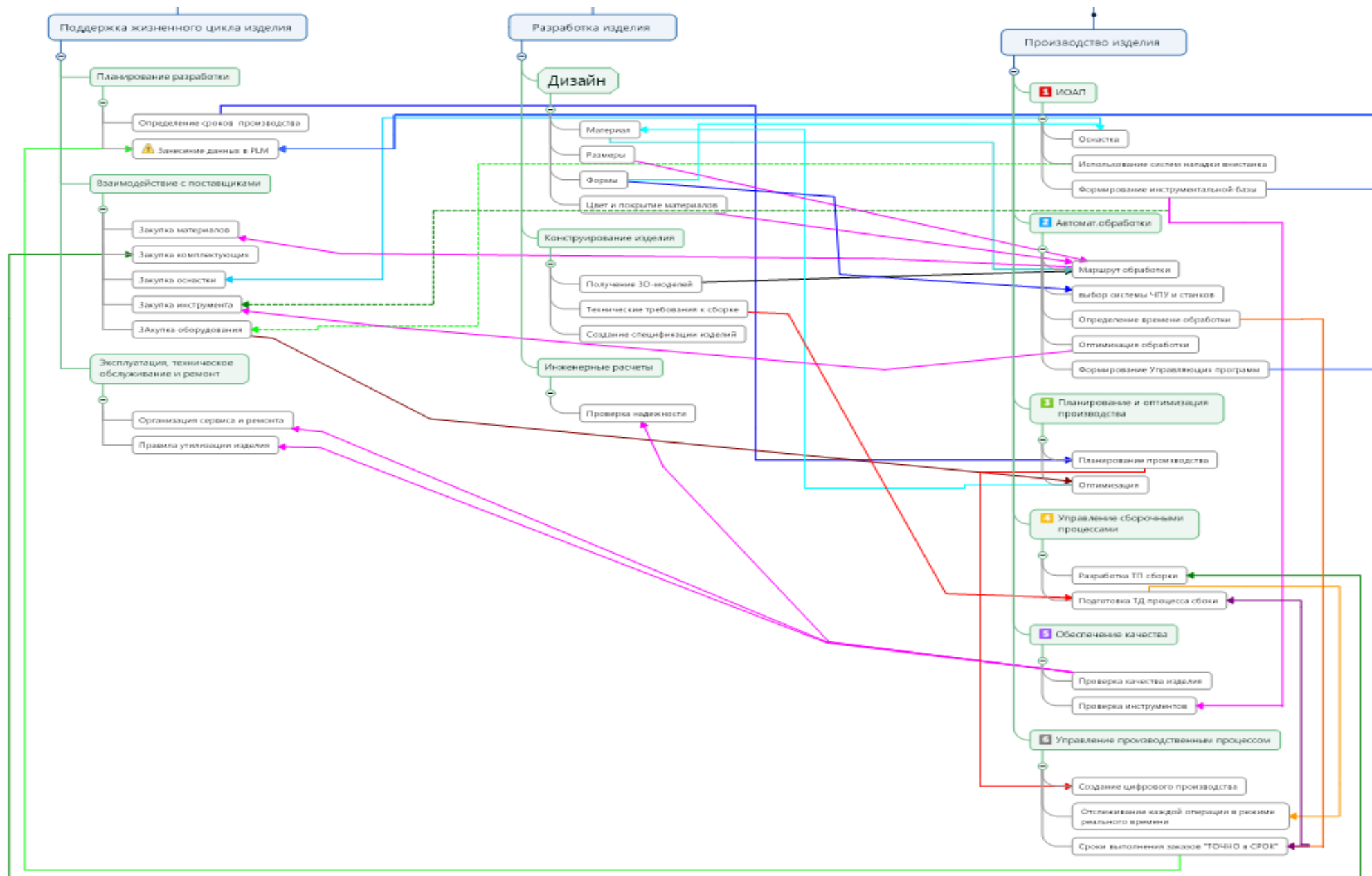


Рисунок 30. – Задачи стадии «Производство изделия»

### **2.3.1 Инструментальное обеспечение автоматизированного производства**

Инструментальное обеспечение автоматизированного производства занимается тем, что формирует базу для будущей обработки оснастки, систему наладки вне станка, многофункциональные барабаны для станков с ЧПУ. Всё это находится в этой стадии- данные об оснастке, её параметр посадочных местах, использования баз. всё это можно занести для последующего использования, имея информацию об инструменте, можно занести их в специализированную базу, которая будет использоваться на автоматизированной обработки.

На рисунке 30 видно, как данные поступают на этапы и выходят на следующие этапы. Можно четко отследить, какие параметры будут занесены в систему PLM, а какие этапы возьмут эти данные для своих преобразований. Например, Автоматизированная обработка возьмёт параметры оснасток и режущих инструментов, а качество проверит эти инструменты на соответствие.

С ростом производства и его объемов все важнее становится проблема автоматизации производства. Когда собственник или руководитель предприятия осознает, что для дальнейшей успешной деятельности необходимо автоматизировать технологические процессы, он сталкивается со множеством различных нюансов.

В условиях развивающейся экономики уже невозможно представить себе предприятия без автоматизированных производственных линий и без высокотехнологичного оборудования. Оно позволяет предприятиям повышать объемы изготавливаемой продукции, выполнять даже технологически сложные задания за более короткий срок, сокращать сырьевые расходы, справляться с задачами, недоступными человеческим рукам.

Методы автоматизации управления технологическим процессом, с одной стороны, весьма разнообразны и зависят от свойств управляемого объекта или

процесса, а с другой стороны, имеют ряд общих особенностей, связанных с автоматизацией технологических процессов.

Основные функции управления технологическим процессом можно реализовывать ручными методами, механизированными, автоматизированными и автоматическими. При ручных методах управления затрачивается физический и умственный труд. Использование механизированных методов управления предполагает применение оператором оборудования, которое частично или полностью заменяет его физический труд, необходимый для управления.

При автоматизированных методах управления технологическим процессом применяется оборудование, обеспечивающее частичную или полную замену умственного труда оператора по управлению процессом.

Автоматические методы управления технологическим процессом предполагают использование современного оборудования, позволяющего полностью или почти полностью заменить физический и умственный труд оператора по непосредственному контролю и оперативному управлению объектом, оставляя оператору контроль за работой оборудования и процессом,

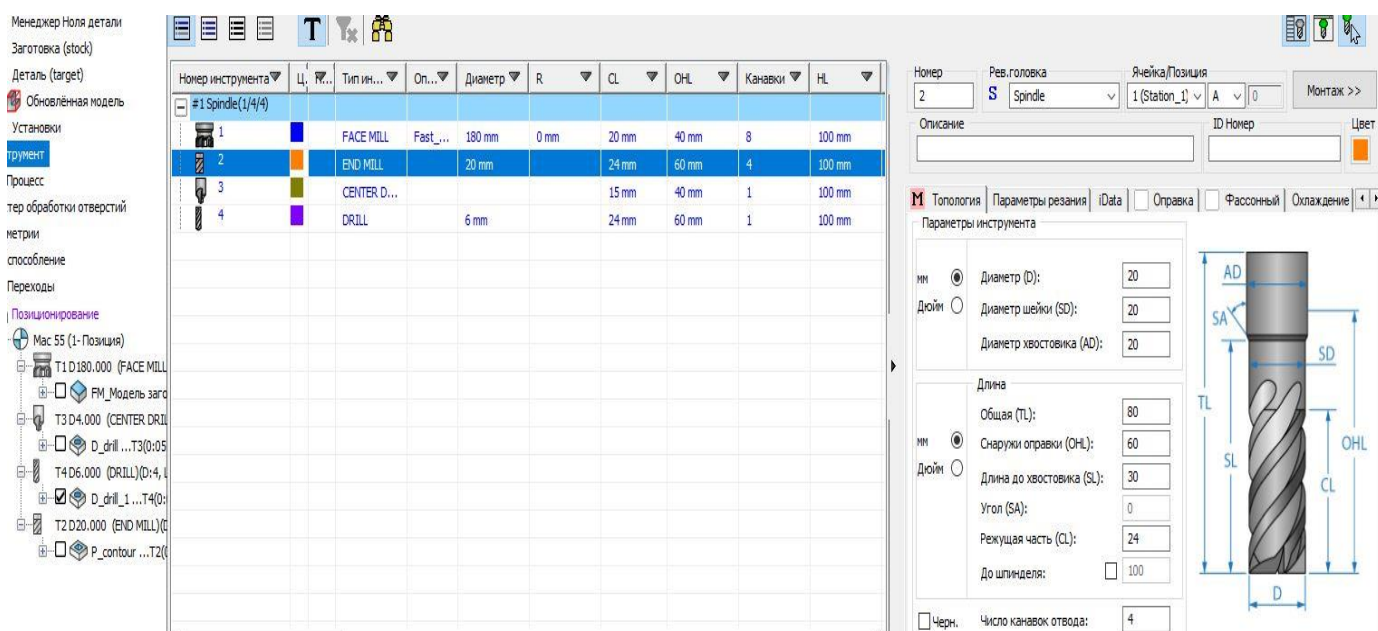


Рисунок 31. Режущие инструменты в SolidCam.

осуществляемый в более легком режиме, в более длинных циклах управления и в меньшем объеме.

На рисунке 31 представленные режущие инструменты, которые будут использоваться для обработки электрошита. Как мы видим, в системе типа Solidcam, которая используется для создания управляющей программы, все данные об инструменте заносятся в таблицу. В топологии указывается диаметр инструмента, количество канавок отвода, как для сверил, так и для фрез, а также указывается длина инструмента. Это дает хороший ориентир при визуализации, когда можно увидеть столкновения. Такие параметры позволяют не только улучшить обработку изделия, но и минимизировать столкновение инструмента с деталью в нежелательных местах, например, с оправкой там, где выступает части зажима или станка. Параметры режима резания, которые мы назначаем в следующих вкладках они действуют на весь инструмент и если нам нужно использовать этот инструмент в разных местах, то режимы резания нужно назначать соответственно разные. Можно упростить эту задачу путем копирования инструмента и занесение в эту таблицу. Также эту таблицу можно легко экспортировать на другие проекты. Поэтому, если мы знаем режимы резания под конкретный инструмент, глубину резания, или новый режущий инструмент, но с такими же схожими параметрами, то мы можем использовать эту таблицу для быстрого создания управляющих программ. Также фрезы или другие режущие инструменты можно легко визуализировать даже с их оправками. Для этого существуют соответствующие разделы в которых мы можем вручную один раз и навсегда прорисовать эти параметры и они сохранятся у нас для дальнейшей обработки в других проектах.

Для производства шита электропитания будут использоваться универсальные станочные приспособления, а именно режущие инструменты,

которые будут обеспечивать качество поверхности и заданных размеров на чертеже.

Исходя из входных данных на данном этапе, буду выходные данные:

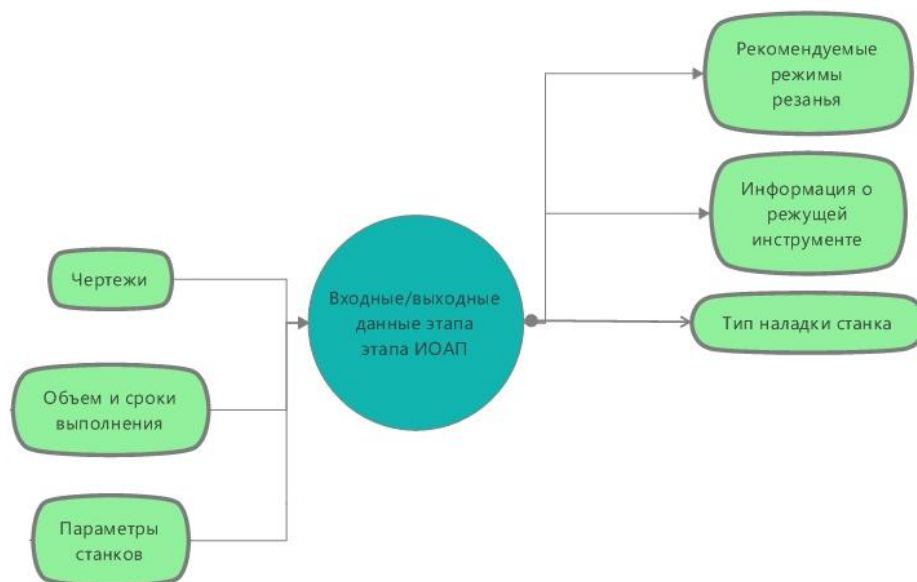


Рисунок 32. – Входные/выходные данные этапа ИОАП.

На рисунке 32 мы видим, что данные приходят от конструкторов и технологов, а также и поставщиков. После обработки и согласования их данных отправляются на этап производства. Эти данные требуются для технолога и технологу- программисту, который формируют программу для детали. От более актуального получения входных данных влияет на быстроту производительности и уменьшение затрат на изделие.

### 2.3.2 Автоматизация обработки

Автоматизация обработки - это процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам.

Введение автоматизации на производстве позволяет значительно повысить производительность труда, обеспечить стабильное качество выпускаемой продукции, сократить долю рабочих, занятых в различных сферах производства.

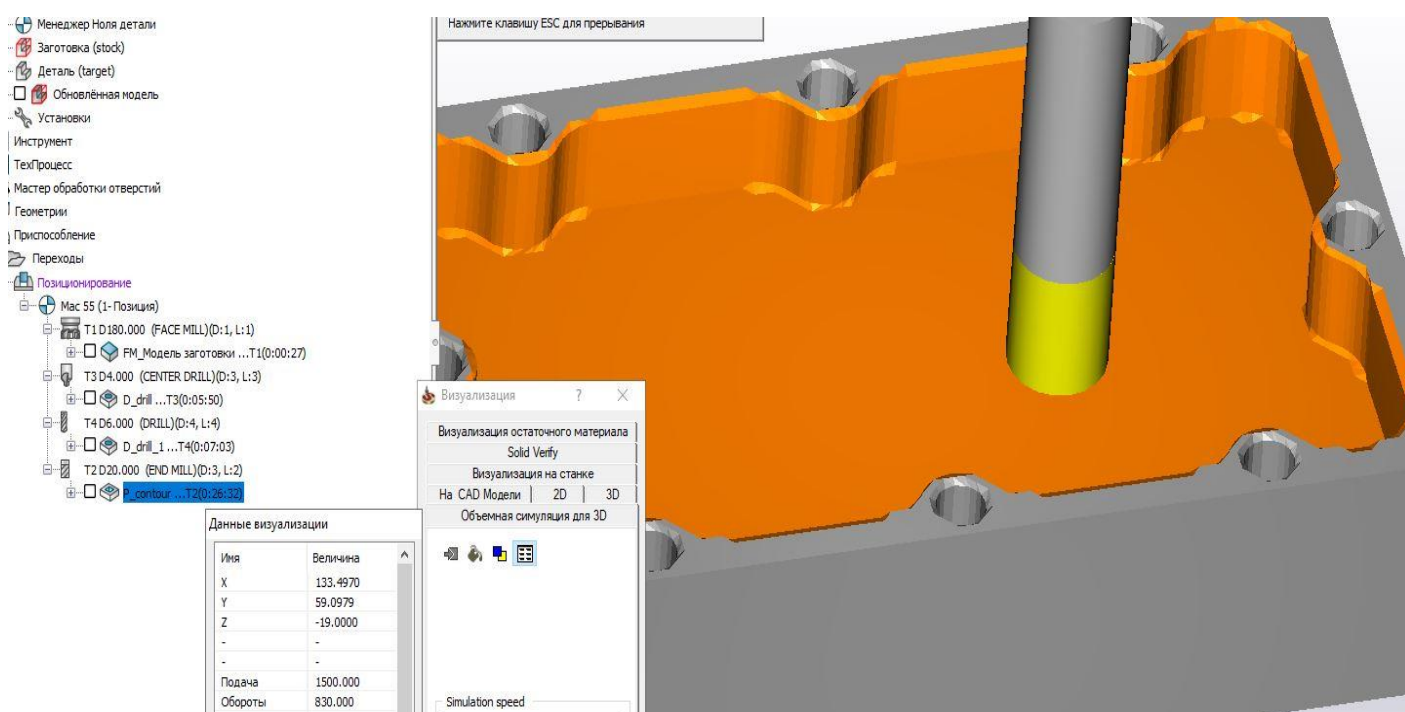


Рисунок 33. Автоматизация обработки в SolidCam

В рамках ВКР было использована система CAM, для визуализации обработки, для выбора стратегии обработки, принятия оптимальных режимов резанья, а также использования инструмента, определенных в предыдущем этапе.

Такая визуализация позволяет четко понимать, какие узкие места существуют у конструкции, какие оптимальные режимы резанья подобрать для данного материала.



На Рисунке 33 хорошо видна обработка твердосплавной фрезой диаметром 20мм с числом зубьев равных 4. Были подобраны оптимальные режимы резанья, все необходимые поверхности обработаны в начале черновыми проходами, а затем пройдет чистовой проход, который уберет оставшийся припуск.

На данном этапе производится автоматизация процессов обработки деталей ВН. Задачи этапа:

- определение оптимального варианта технологического маршрута обработки партии деталей;
- определение сроков изготовления деталей;
- определение величины переменных затрат;
- определение оптимальных технологических параметров процесса обработки и управление запасами склада;
- формирование номенклатуры и количества необходимых средств производства

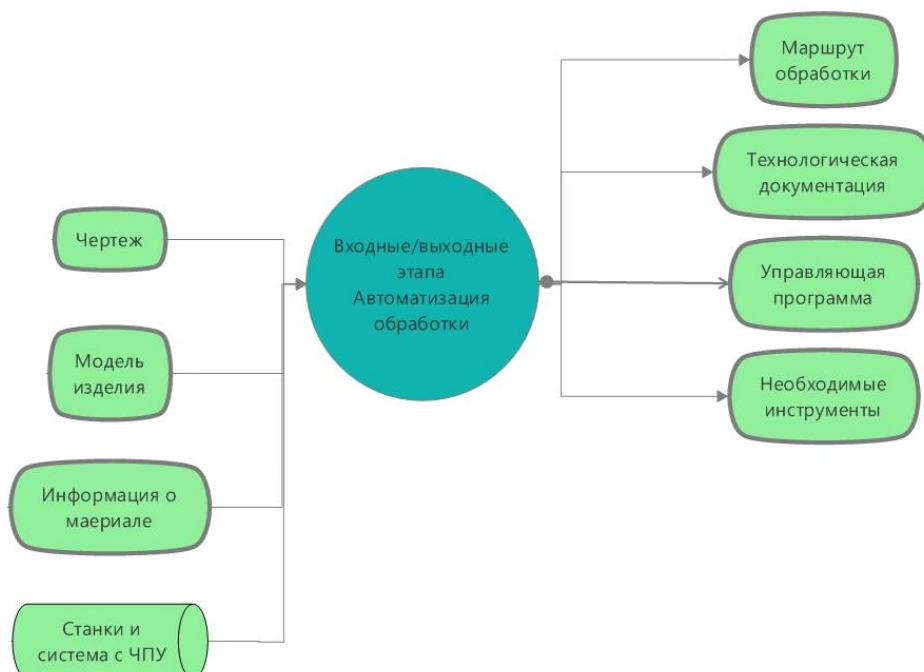


Рисунок 34. Входные и выходные данные автоматизации обработки

На схеме видно, что при малейшем изменении входных данных, у нас изменяются и выходные. Например, при изменении модели, может кардинально измениться управляющая программа станка, маршрут обработки и многое другое.

Согласно рисунку 30 данные нужны для построения маршрута обработки, которая поступает со стадии дизайна, такие как параметры материала, размеры и формы, со стадии конструирования - это обязательно 3D Model. К индустрии 4.0 чаще всего не используются чертежи или бумажные носители, а имея цифровую модель можно взвесить большими данными. Затем эти данные после составления управляющих программ и оптимизация обработки переходят на следующие этапы, например, на стадии управления производственным процессом.

### **2.3.3 Проектирование и оптимизация производства**

Проектирование производства - это процесс принятия решения о выборе типа используемого процесса, оборудовании, планировке и управлении запасами.

Оптимизация производства - это ликвидация недочетов предприятия, акцентуация внимания на достоинствах технологии.

Любое производство состоит из производственных циклов и процессов производства. Проектирование производства решает следующие задачи:

- Размер площади производственного помещения, которое необходимо для реализации изделия;
- Расстановка технологического оборудования в производственном помещении, учитывая требования, которые предъявляются для оборудования;

- Создание вспомогательных цехов, площадей для хозяйственно-бытовых целей.

Так как щит электропитания не основное производство для предприятия, поэтому полная разработка производственных цехов, расстановка станков и вспомогательного оборудования не требуется. Ем более такой щит возможно изготавливать и на стороне, т.е. воспользоваться услугами других фирм, а в своем помещении уже заниматься непосредственно сборкой изделия. Если это рассматривать по экономическим соображениям, то такое изделие будет выгодно составные части изготавливать на стороне, чем у себя. Потому что для такого вида изделия требуется достаточно дорогое оборудование и нужно нанимать дополнительных сотрудников. Для оптимизации производства нужно четко понимать, что нам нужно сократить время изготовления и сборки изделия. Для этого, желательно, воспользоваться помещением достаточно рационально и эффективно. Например, использовать так, чтобы деталь, а в последующем сборка изделия проходила меньший путь. Сборочный цех и склад нужно задействовать рационально, чтобы они находились рядом с друг другом. Лучше всего, чтобы склад находился ближе к выходу, либо имел дополнительные двери (ворота) для погрузки и разгрузки продукции, либо поставки материалов.

Нужно понимать, что нельзя проводить оптимизацию производства в ущерб безопасности труда. Безопасность производства должна стоять на самом приоритетном месте при проведении оптимизации производства.

Следовательно, оптимизация производства состоит из: безопасности производства, оптимизация производственного цикла, оптимизация производственного процесса.

К примеру, отдых для сотрудников, а именно раздевалки и комнаты для употребления пищи должны находиться рядом с производственным отделом, но при этом разграничивать их с другими помещениями.

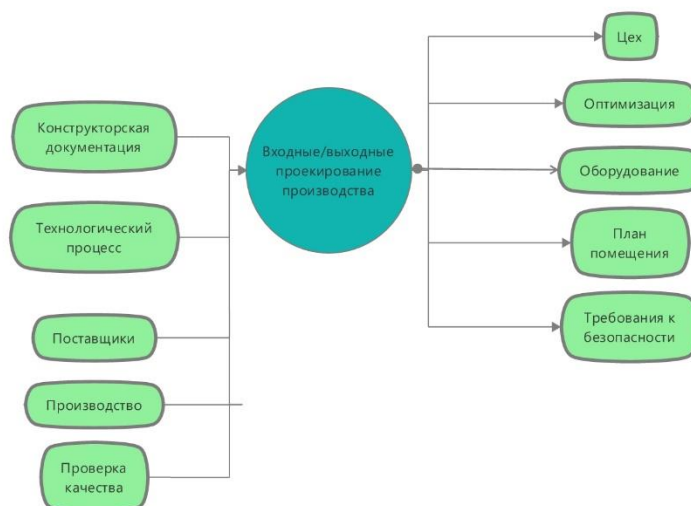


Рисунок 35. – Входные и выходные данные этапа проектирование и оптимизация производства

На рисунке 35 представлена схема процессов, которая охватывает этапы конструирования и технологического обеспечения производства. Видно, что при изменении производства, конструкторской документации у нас измениться и план помещения и оборудование, так как они напрямую зависят друг о друга.

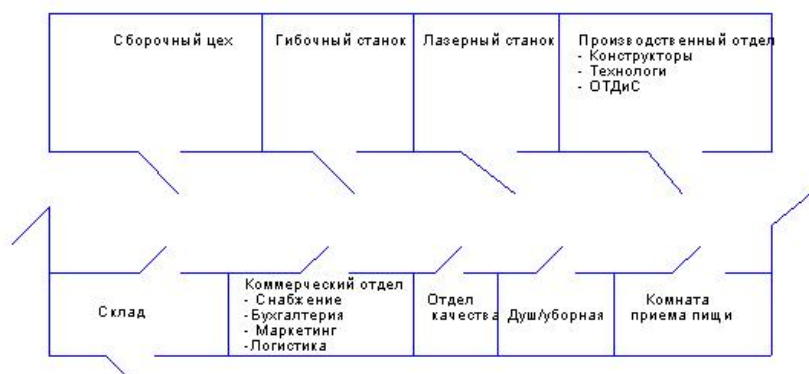


Рисунок 36. – Планировка производственных подразделений

На рисунке 36 изображено планировка помещения, на котором будет происходить производство щита электропитания. Видно, что план спроектирован для оптимального и эффективного производства. Все отделы находятся рядом, что помогает быстро и без всяких усилий контактировать друг с другом. При современном производстве не так значительно нахождение отделов рядом, так как вся информация друг другу передается через специальные программы.

Для данного производства подойдут следующие станки:

- Лазерный станок- LaserCut Standard, с рабочей зоной 3000мм\*1500мм.
- Гибочный станок-Пресс листогибочный гидравлический ИБ1428 (ПЛГ-63)

Распределение отделов производства ( где находиться гибочный, лазерный станок и сборочный цех) свидетельствует о том, что процесс идет последовательно для более опимитизированного производства. Сначала раскраиваем заготовки для корпуса и крышки нашего щита электропитания, затем с помощью гибочного станка мы изготавливаем уже элементы сборки ( корпус, крышка). После изготовления изделий, в сборочном цехе собираем щит, используя покупные комплектующие ( вилки, розетки, втулки, стандартные изделия). После чего готовое изделие отправляем на склад, на котором мы храним как готовую продукцию, так и покупную ( маериал, комлпекиующие – для изготовления продукции).

#### **2.3.4 Моделирование процессов сборки**

Сборка - образование соединений составных частей изделия. Технологический процесс сборки заключается в последовательном соединении и фиксации всех деталей, составляющих у или иную сборочную единицу в

целях получения изделия, отвечающего установленным на него техническим требованиям.

Согласно схеме, установленные на рисунке 30, получаем данные от конструктора - это технические требования к сборке. На этом этапе подготавливается сам процесс сборки под управлением больших данных от системы PLM поступает требования разработать технологию сборки. После составления технологии сборки эти данные системы белым отправляется на управление производственным процессом. Управление различными процессами один из важных этапов после проектирования и на этапе производства изделия здесь происходит пригонка, притирка основных сопрягаемых поверхностей. Цифровые модели сборочного процесса можно также использовать на управлении производственными процессами и эти данные могут быть занесены в общую систему. Здесь хорошо подойдут системы типа MDC, но эти данные также могут быть отслеживание и обработаны в системе ERP.

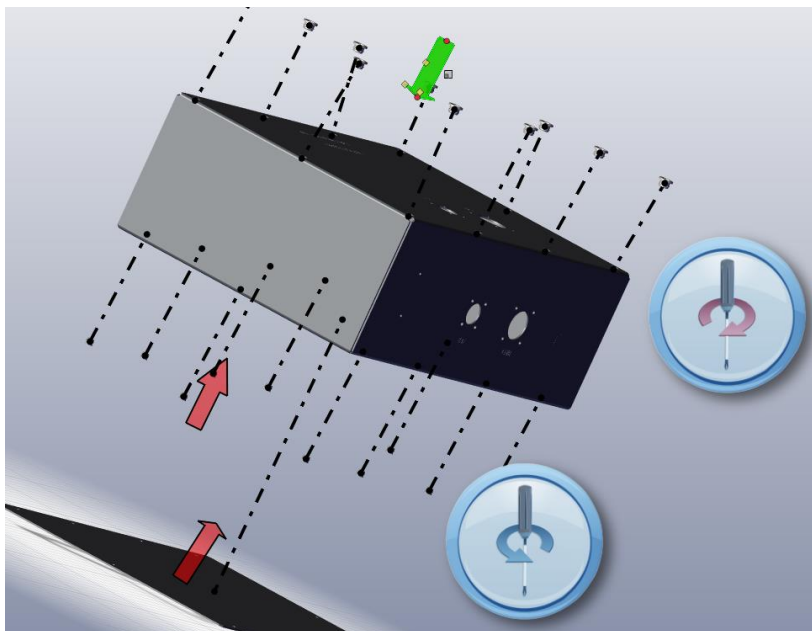


Рисунок 37. Способ сборки в Solid Composer.

На рисунке 37 представлена схема сборки изделия с помощью системы CAD, а именно SolidWorks с модулем Composer. На нем отображены собираемое изделие, состоящие из крышки и корпуса, а также стандартных изделий типа втулка резьбовая. Также на рисунке изображено место их установки и способ завинчивания. Таким образом эти данные можно присоединить в PLM и этими данными может воспользоваться сборочный участок.

Так как щит электропитания относится к единичному производству, будет использоваться ручной труд. Сборочные операции изделия описывается в КД, также в ней присутствуют технические требования, маршрутный лист (в котором описывается каждый шаг сборки детали), проверка качества изготовления деталей, узлов, стандартных изделий). Перед сборкой на складе осуществляется комплектование (сбор необходимых деталей, комплектующих для сборки). После сборки изделие проходит проверку качества, а затем отправляется на склад готовой продукции и заносится в базу изделий.

Общая схема сборки изделия представлена на рисунке 38



Рисунок 38. – Процесс сборки изделия

### 2.3.5 Обеспечение качества

Обеспечение качества продукции является важнейшим фактором, который определяет уровень эффективности производства и стоимость изделия. В международном менеджменте используется документ ISO 9000:2005, который разработан для того, чтобы помочь организациям внедрить и обеспечить функционирование эффективных систем менеджмента качества.

Для обеспечения качества нужно систематически проводить обучение сотрудников для повышения квалификации, а также проводить изучения рынка и исследовать его. Их основными задачами является:

- Управление;
- Определение отклонений изделия;
- Разработка, анализ продукции.

На рисунке 36 видно, что отдел качества охватывает практически все аспекты производства. На нем показаны, что заинтересованные стороны играют существенную роль в предоставлении организации входных данных. Наблюдение за удовлетворённостью заинтересованных сторон требует оценки информации, касающейся восприятия заинтересованными сторонами степени выполнения их потребностей и ожиданий.



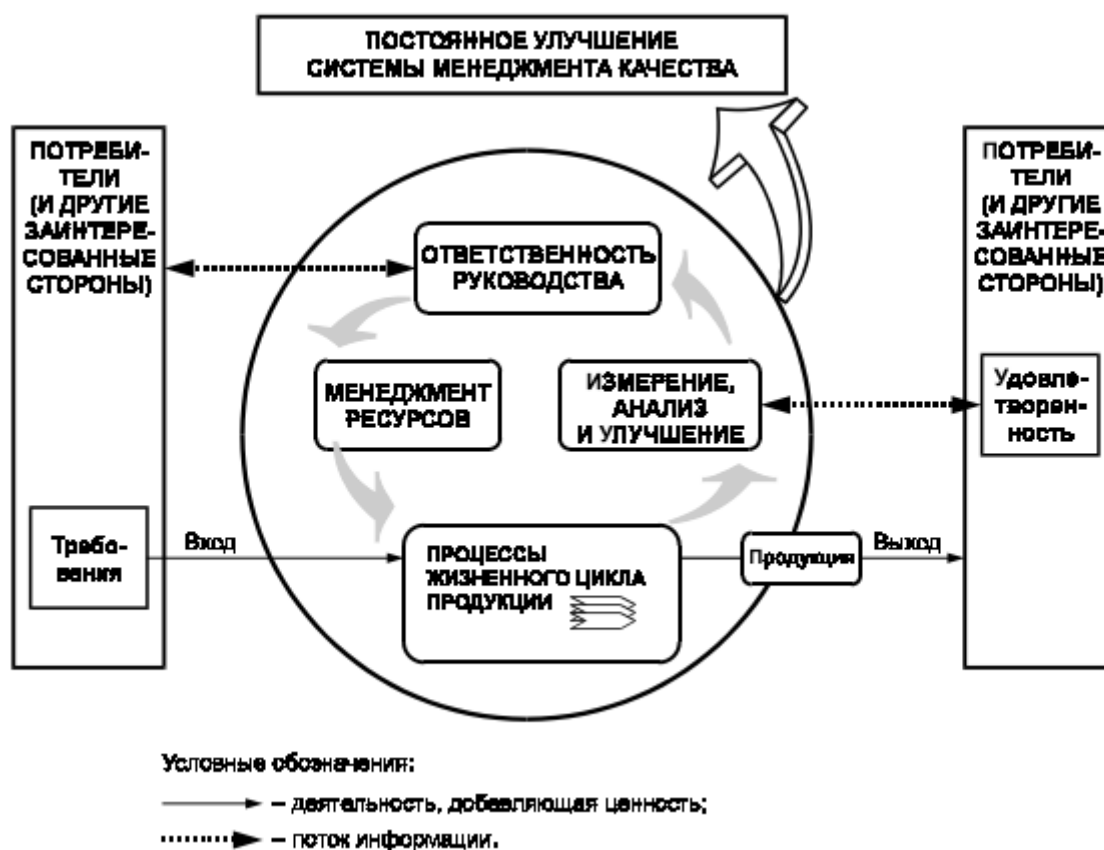


Рисунок 39. – Модель системы менеджмента качества.

На рисунке 39 показан процесс взаимодействия обеспечения качества с производством щита электропитания:



Рисунок 40. – Обеспечение качества при производстве щита электропитания.

Обеспечение качество при производстве щита электропитания охватывает множество аспектов. Качество выполняет требования, предъявляемых к изделию, персоналу, технологическому процессу. С помощью правил и

требований качества к производству обеспечивает высокий уровень качества, что помогает улучшить производство.

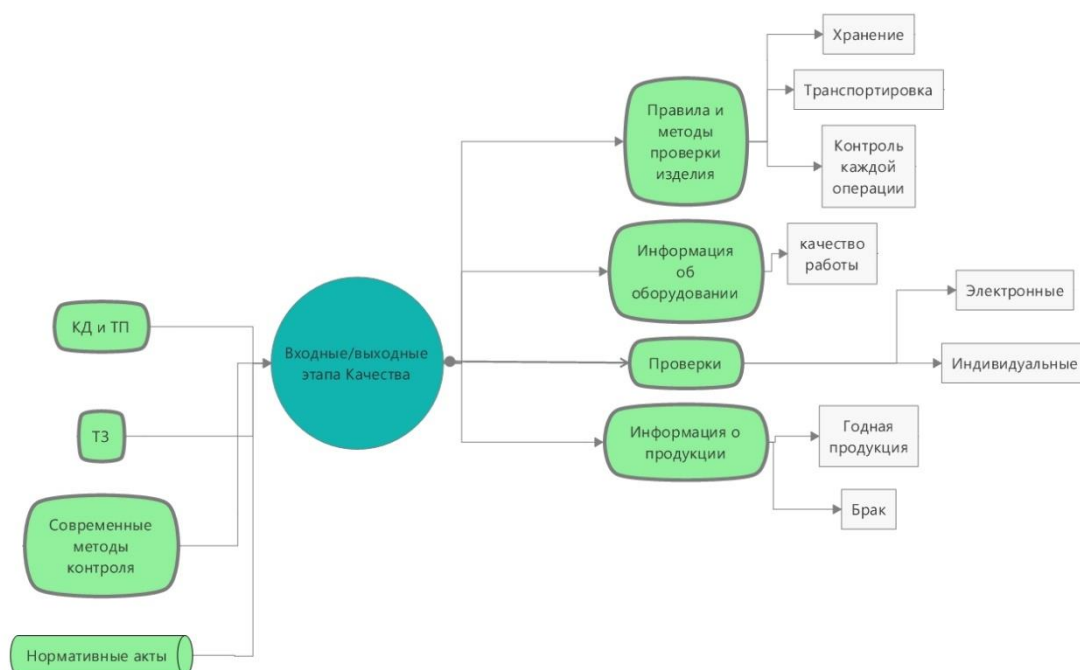


Рисунок 41. – Входные и выходные данные «Обеспечение качества»

На рисунке 40 показано, что под действием нормативных документов и методов контроля отдел качества преобразовывает на выходе информацию об оборудовании и изделии, так и материальные данные. Каждый этап контролируется, так как, чем чаще проверяется изделие (на каждом этапе/операции), тем качественнее оно получится.

### 2.3.6 Управление производственными процессами

Управление производственными процессами в индустрии 4.0 занимается система MES. Благодаря таким высокоуровневым системам можно выполнить цифровое производство, точность сборки, точность времени, нахождения каждого изделия или детали на производстве, высокая эффективность планирования и гибкие настройки, присущие данной системе, обеспечивает полный контроль над предприятием. пример таких систем Tecnomatix. Управление производственным процессом - это высоко уровневое управление в PLM. На цифровом уровне здесь проходит планирование производства. Планировщики получают данные от автоматизированной обработки, от технологов, имеют данные с этапа проектирования изделия, обрабатывают их и выносят на более высокий уровень PDM

Производственный процесс – взаимодействие всех производственных факторов на предприятии, которые направлены на трансформацию материалов в готовый продукт, пригодный к эксплуатации.

Для управления производственным процессом нужно оперироваться на входные данные – материалы, комплектующие, которые должны соответствовать техническому заданию и требованиям заказчика.

Входной контроль материалов и комплектующих дает возможность обеспечить качество, которое в дальнейшем поможет выпустить качественный продукт. На предприятии особый контроль уделяется экономическим и техническим аспектам. Для этого исследуют и организуют затраты на трудовые, финансовые и материальные. Если не исследовать и не принимать меры по организации труда, о возможно приобрести некачественный материал для нашего изделия.

Так как некоторые поставщики могут доставить некачественный материал или комплектующее, а именно не пройти ОТК, либо некачественно его провести. Поэтому лучше на своем предприятии дополнительно проверять приходящую продукцию в ОТК, дабы избежать каких-либо недочетов в изделии.

Также при поступлении материала, комплектующего на производство нужно обеспечить его хранение, согласно правилам хранения на предприятии. При несоблюдении правил хранения, возможно испортить продукт, которые в дальнейшем буде не пригоден для производства.

Организация управления производственным процессом определяется кругом лиц, которые вправе вносить изменения в производство. При использовании системой PLM дает огромное преимущество предприятию, которое помогает уменьшить риски, принять быстро решения и проконтролировать в нужный момент.

Существуют некоторые системы управления, такие как:

- MES - система (Manufacturing Execution System) – производственная исполнительная система.

- MDC - это комплекс программного обеспечения и аппаратных средств, позволяющих в реальном времени производить мониторинг парка станков, анализ отчетов и таблиц, созданных на основе собранной информации.

MES - это специализированные программные комплексы, которые предназначены для решения задач оперативного планирования и управления производством. Системы данного класса призваны решать задачи синхронизации, координировать, анализировать и оптимизировать выпуск продукции в рамках определенного производства. Использование MES как специального промышленного софта, позволяет значительно повысить

фондоотдачу технологического оборудования и, в результате, увеличить прибыль предприятия даже в условиях отсутствия дополнительных вложений в производство. MES-системы являются промышленными комплексными либо программными средствами, работающими в среде мастерских или производственных предприятий.

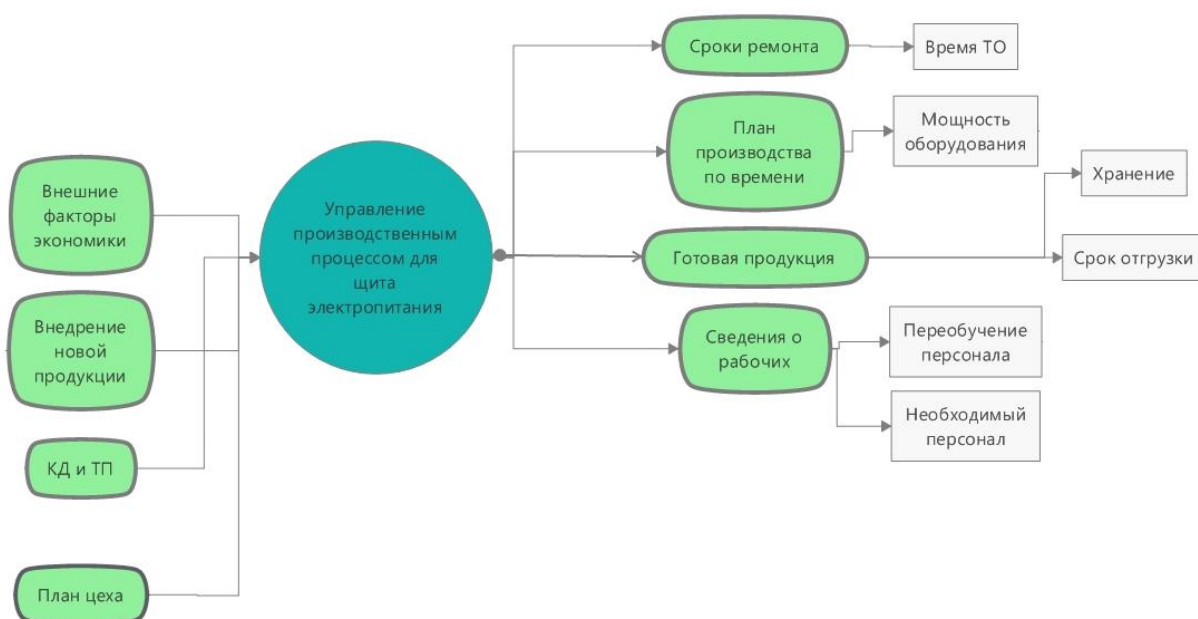


Рисунок 42. – Входные и выходные данные этапа управления производственным процессом

На рисунке 42 показаны все входные и выходные данные этапа управления производственным процессом. Т.е. при умении пользоваться системами MES и MDC помогает в реальном времени контролировать и управлять производственным процессом. Возможно координировать стратегию расширения производства, принятию тактических решений, которые будут доступны всем службам предприятия в нужный момент времени.

После того как сформирован цифровой двойник производства, можно применить концепцию бережливого производства «точно в срок». Он обеспечит нам отсутствие складов, повышение точности изготовления изделия, оптимизация производства. Применение этой концепции бережливого

производства и многих других обеспечивает уменьшение убытков предприятиях примерно на 20-40 процентов, оптимизация производства минимум на 10% за счет уменьшения количества времени нахождения деталей на складе. Когда клиенты понимают, что они получают своё изделие в точно назначенное время. Это улучшает отношение клиента к фирме а также потенциального увеличивают новых покупателей за счет за счет выполнения своих обязательств без задержек.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4НМ8Т	Василишина Ксения Алексеевна

Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

#### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость ресурсов принять как среднюю по г. Томску, заработную плату принять по окладу ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные организации принять 28%

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Потенциальные потребители результатов исследования, SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Структура работ в рамках научного исследования, разработка графика проведения научного исследования, расчет материальных затрат НТИ, основная заработная плата, дополнительная заработная плата, формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Интегральный показатель эффективности НИ

#### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

#### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	К.Э.Н.		

#### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Василишина Ксения Алексеевна		

### **3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.**

#### **Введение**

Любая научная или техническая разработка должна приносить прибыль, поэтому экономическая оценка является важной составляющей любого коммерческого проекта. Изделие должно быть максимально выгодным как в эксплуатации, так и при его производстве.

В данном разделе магистерской диссертации объектом исследования является жизненный цикл ВН, повышающий эффективность технологических процессов его производства и снижающий затраты на эксплуатацию изделия.

Целью данного раздела является определение перспективности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождение конкретных проектных решений на этапе реализации. Для достижения цели требуется выполнить следующие задачи:

- оценить конкурентоспособность технических решений;
- провести SWOT-анализ;
- рассчитать бюджет НТИ;
- составить график проведения НТИ.



### **3.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок - сегменты рынка, на котором в будущем будет продаваться продукт.

Сегмент рынка - выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающими общими признаками.

Сегментирование - разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определённый товар. Сегментировать рынок можно по таким характеристикам как: пол, возраст, рост, вес, увлечения, географическое расположение, стиль жизни, профессия, уровень дохода и другое.

При проведении маркетинговых исследований компании ожидают, что спрос на насосы будет возрастать примерно на 5 % ежегодно в течение ближайших нескольких лет. Это означает, что огромное количество насосов потребуется для установки в новые системы, а также для замены существующих насосов.

Потенциальными потребителями ВН могут быть:

- заводы;
- нефтеперерабатывающие предприятия;
- химические предприятия;
- фармакологические и косметические предприятия;
- пищевые фабрики;
- стройплощадки;
- сельскохозяйственные предприятия;
- муниципальные и жилищно-коммунальные службы.

### 3.2 SWOT-АНАЛИЗ

SWOT - Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 3. Матрица SWOT

<b>Сильные стороны (С):</b>	<b>Слабые стороны (Сл):</b>
1. Перспективность разработки; 2. Использование стандартных изделий; 3.Использование комплектующих отечественного производителя; 4. Использование сырья отечественного производителя; 5. Компактность конструкции; 6. Востребованность рынка.	1. Отсутствие опыта в построении подобных производств; 2. Высокая стоимость изделия. 3. Низкие технические характеристики по сравнению с конкурентами
<b>Возможности (В):</b>	<b>Угрозы (У):</b>
1. Рост спроса за счет дефицита отечественного продукта на рынке 2. Привлечение инвестиций в случае спроса на продукт; 3. Выход на международный рынок в случае спроса на продукт.	1. Отсутствие спроса, из-за неправильного продвижения; 2. Нестабильное финансирование; 3. Срыв поставки комплектующих.

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данное исследование позволяет выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Для более четкого понимания взаимосвязей в таблице SWOT-анализ реализуем интерактивные матрицы проектов (таблица 4-8).

Таблица 4. Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	-	-	-	-	+
	B2	0	+	+	+	-	+
	B3	-	-	-	-	-	+

Таблица 5. Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	+	-
	B2	0	+	-
	B3	-	-	-

Таблица 6. Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	+	-	-	-	+	-
	У2	+	+	+	+	-	0
	У3	+	+	+	+	-	-

Таблица 7. Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	0
	У2	+	-	-
	У3	+	-	+

Составляем результирующую матрицу SWOT.

Таблица 8. Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны:</b> 1.Перспективность разработки; 2.Использование стандартных изделий; 3.Использование комплектующих отечественного производителя; 4. Использование сырья отечественного производителя; 5.Компактность конструкции; 6.Востребованность рынка.	<b>Слабые стороны:</b> 1.Отсутствие опыта в построение подобных производств; 2.Высокая стоимость изделия. 3.Низкие технические характеристики по сравнению с конкурентами
<b>Возможности:</b> 1. Рост спроса за счет дефицита отечественного продукта на рынке 2.Привлечение инвестиций в случае спроса на продукт; 3.Выход на международный рынок в случае спроса на продукт.	В1С1С6 В2С2С3С4С6 В3С6	В1Сл2Сл3 В2Сл2Сл3
<b>Угрозы:</b> 1. Отсутствие спроса, из-за неправильного продвижения; 2. Нестабильное финансирование; 3. Срыв поставки комплектующих.	У1С1С5 У2С1С2С3С4 У3С1С2С3С4	У1Сл1Сл2 У2Сл1 У3Сл1Сл3

### **3.3 Расчёт сметы затрат на выполнение проекта**

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- страховые взносы;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

### **3.4 Расчёт затрат на материалы**

В ходе написания диссертации было использовано оборудование и лицензионные программы, принадлежащие университету, таким образом затрат на их приобретение нет. Также отсутствуют транспортнозаготовительные расходы, связанные с транспортировкой материалов, их хранением и прочими процессами, обеспечивающими доставку материальных ресурсов от поставщиков к потребителю.

Основной статьёй расходов станет распечатка материалов диссертации для предоставления экзаменационной комиссии, а также затраты на

канцелярские товары, используемые в ходе проектирования и разработки изделия, рассматриваемого в диссертации.

Распечатывание материалов возможно двумя способами - в копировальном центре или с помощью собственного оборудования. Во втором случае средства будут потрачены только на покупку бумаги. Остальные расходы (расход тонера принтера, электроэнергии) будем считать незначительными. Пачка бумаги формата А4 объемом 500 листов стоит 310 рублей, следовательно, один лист стоит 0,62 рублей. Расчет стоимости затрат на материалы приведен в таблице 9.

Таблица 9. Расчёт затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.		Кол-во	Сумма, руб.	
	Вариант 1	Вариант 2		Вариант 1	Вариант 2
Распечатка листов А4	2	-	220	440	-
Бумага А4	-	0,62	220	-	136,4
Брошюрование	60	60	1	60	60
Ручка	40	40	1	40	40
Карандаш	25	25	3	75	75
Линейка	35	35	1	35	35
Тетрадь А4, 48 листов	25	25	1	25	25
Итого				675	371,4

### 3.5 Расчёт заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов по нормам ТПУ для научного руководителя принимается равным 33 664р., а для студента-исполнителя - 11300 руб .

Среднедневная тарифная заработная плата ( $ЗП_{\text{дн-т}}$ ) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = МО \div 25,25$$

учитывающей, что в году 303 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 25,25 рабочих дня при шестидневной рабочей неделе.

Расчеты полной заработной платы для обоих участников проекта, с учетом ряда коэффициентов ( $K_{\text{ПР}} = 1,1$ ;  $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$ ;  $K_p = 1,3$ ), приведены в таблице 10.

Таблица 10. Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб/мес.	Среднедневная ставка, руб/раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33664	1333,27	15	1,70	33998,39
И	11300	455,09	135	1,70	104443,15
<b>Итого:</b>					138441,55

### 3.6 Расчёт затрат на страховые взносы

Затраты на страховые взносы включают отчисления в пенсионный фонд, социальное и медицинское страхование, и составляют 28% от полной заработной платы по проекту:

$$C_{\text{ст}} = C_{\text{ЗП}} \times 0,28$$

$$C_{\text{СТ}} = 138441,55 \times 0,28 = 38763,63 \text{ руб}$$

### 3.7 Расчёт затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} \times t_{\text{об}} \times C_{\text{э}}$$

где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_{\text{э}}$  – тариф на 1 кВт·час, для ТПУ  $C_{\text{э}} = 5,45 \text{руб./кВт·час}$  (включая НДС);

$t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \times K_t$$

где  $K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{\text{рд}}$ , определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение  $t_{\text{об}}$  путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования. Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} \times K_c$$

где  $P_{\text{ном}}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$  – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности  $K_c = 1$ .

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 11.



Таблица 11. Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Кс	Время работы оборудования тоб, час	Потребляемая мощность, Роб, кВт	Затраты Сэл.об, руб
Персональный компьютер	0,92	916,4	0,3	1498,3

### 3.8 Расчёт амортизационных расходов

Для расчета амортизации используемого оборудования используется формула:

$$C_{AM} = \frac{H_A \times C_{OB} \times t_{pф} \times n}{F_d}$$

где  $H_A$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{OB}$  – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования;

$t_{pф}$  – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Расчёт амортизационных затрат приведён в таблице 12.

Таблица 12. Амортизационные затраты

Наименование оборудования	Год фонд врем $F_d$	Фактическое время работы оборудования $t_{pф}$	$H_a$	$C_{об}$	$C_{ам}$
Персональный компьютер	2424	916,4	0,4	45000	6804,95

### 3.9 Расчёт прочих расходов

В этой статье проведём расчёт расходов на выполнение проекта, которые не были учтены в прошлых статьях. Их следует принять равными 10% от общей суммы всех предыдущих расходов, т.е.:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = C_{\text{МАТ}} + C_{\text{ЗП}} + C_{\text{СТ}} + C_{\text{ЭЛ.ОБ}} + C_{\text{АМ}} \times 0,1$$
$$C_{\text{ПРОЧ}} = 675 + 38763,63 + 1384441,55 + 1493,3 + 6804,95 \times 0,1$$
$$= 180043,975 \text{ руб.}$$

### 3.10 Расчёт общей себестоимости разработки

Проведём расчёт общей себестоимости разработки. расчёт приведен в таблице 13.

Таблица 13 Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.	
		Вариант 1	Вариант 2
Материалы и покупные изделия	СМАТ	675	371,4
Основная заработная плата	СЗП	138441,55	138441,55
Страховые отчисления	ССТ	38763,634	38763,634
Расходы на электроэнергию	СЭЛ.ОБ	1498,3	1498,3
Амортизационные отчисления	САМ	6804,95	6804,95
Прочие расходы	СПРОЧ	18217,25	18217,25
<b>Итого:</b>		204400,6	204097,084

### 3.11 Разработка графика проведения научного исследования

Для наглядной демонстрации разработки проекта создадим диаграмму Ганта. (таблица 14)

Таблица 14. Диаграмма Ганта

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Выбор темы диссертации	■					
Составление и утверждение ТЗ	■					
Календарное планирование работ		■				
Работа над стадией «Дизайн и концепция»		■				
Работа над стадией «Проектирование изделия»		■	■	■		
Работа над стадией «Анализ конструкции изделия»			■	■		
Работа над стадией «Автоматизация обработки»				■		
Работа над стадией «Моделирование процессов сборки»				■		
Работа над стадией «Планировка подразделений»	■	■				
Работа над стадией «Обеспечение качества»		■				
Работа над стадией «Управление производством»			■			
Работа над стадией «Взаимодействие с поставщик»			■			
Работа над стадией «Сервисное обслуживание»			■			
Проведение литературного обзора	■					
Разработка раздела "Финансовый менеджмент"				■		
Разработка раздела "Социальная ответственность"				■		
Проверка работы руководителем					■	
Составление ПЗ и презентации		■	■	■	■	

### 3.12 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где  $I_{\Phi}^p$  – интегральный финансовый показатель разработки;  $\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения разработки;  $\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное увеличение бюджета затрат разработки в разы (значение больше единицы), либо численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

$$I_{\Phi}^a = \frac{204400,6}{204400,6} = 1$$

- интегральный финансовый показатель разработки варианта 1.

$$I_{\Phi}^a = \frac{204097,084}{204400,6} = 0,99$$

- интегральный финансовый показатель разработки варианта 2.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;  $a_i$  – весовой коэффициент i-го исполнения разработки;  $b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка i-го варианта.

Расчет интегрального показателя ресурс эффективности представлен в таблице 15.

Таблица 15. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Вариант 1	Вариант 2
1.Производительность	0,2	5	5
2.Затарты времени	0,2	4	5
3.Затраты материалов	0,2	5	4
4.Стоимость	0,4	4	5
<b>Итого</b>	<b>1</b>	4,4	4,8

$$I_m^a = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,4 = 4,4$$

$$I_m^p = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,4 = 4,8$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки  $I_p$  и аналога  $I_a$  определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a}, I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}$$

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{4,4}{1} = 4,4, I_{\text{финр}}^p = \frac{4,8}{0,99} = 4,84$$

Сравнение интегрального показателя эффективности, вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^a}{I_{\text{финр}}^p}, \mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{4,4}{4,84} = 0,9,$$

Таблица 16. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Вариант 1	Вариант 2
1	Интегральный финансовый показатель	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,4	4,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,4	4,84
4	Сравнительная эффективность	0,9	1,1

Из таблицы 16 видно, что наиболее эффективным вариантом исполнения проекта является вариант 2.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4НМ8Т	Василишина Ксения Алексеевна

Школа	Материаловедения	Отделение (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.05 КТО МП

Тема ВКР:

Проектирование жизненного цикла щита электропитания для кузова – фургона	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – жизненный цикл щита электропитания</p> <p>Рабочее место расположено в офисном помещении. Имеет естественное и искусственное освещение, компьютерные столы, офисной мебелью и принтерами.</p> <p>Область применения – военная промышленность, разработка конструкторской документации.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>ТК РФ от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. 01.04.2019)</p> <p>ТОИ Р-45-084-01</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82</p> <p>ГОСТ 12.1.018-93</p> <p>ГОСТ Р 55090-2012</p> <p>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</p>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по	<p>1. Отклонение показателей микроклимата</p> <p>2. Отсутствие или недостаток естественного и искусственного света</p> <p>3. Шум</p>

снижению воздействия	4. Психофизические факторы: статическая нагрузка, физическая нагрузка, фиксированная рабочая зона 5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи 6. Электростатическое поле 7. Повышенная напряженность электрического поля.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ. Утилизация макулатуры, люминесцентных ламп
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Составлена последовательность действий при возникновении пожара. Даны рекомендации по ликвидации ЧС.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	02.03.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Василишина Ксения Алексеевна		



## **4. Социальная ответственность**

### **Введение**

Данный раздел включает в себя описание влияния на человека опасных и вредных факторов при исследовании проекта на тему «Разработка модели цифрового производства винтового насоса». В данной работе были исследованы и смоделированы технологические процессы жизненного цикла винтового насоса. Исследование проводилось помощью различных программных комплексов, текстовых и графических редакторов. На основе этого рабочим местом будет принято место работы оператора ПК (персонального компьютера).

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. Необходимость применения компьютера в решении различного рода задач не вызывает сомнения, но вместе с тем компьютер является источником опасных и вредных производственных факторов таких как: повышенный уровень электромагнитных излучений, электростатическое поле, повышенное значение напряжения в электрической цепи.

При работе за ПК изменения в организме также могут быть вызваны чрезмерным напряжением зрения, длительным пребыванием в сидячем положении, умственной нагрузкой, нервно-эмоциональным напряжением, а также разным сочетанием этих причин.

В данном разделе диссертации произведен анализ вредных и опасных факторов таких как: отклонение показателей микроклимата в помещении, превышение электромагнитных излучений, повышенное напряжение в электрической цепи, недостаточная освещенность рабочей зоны. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

#### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Данные требования распространяются на работающих с персональными ЭВМ (ПЭВМ) и регламентируются Трудовым кодексом РФ и "ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере".

К работе с ПЭВМ допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие предварительный (при поступлении на работу) и периодический медицинский осмотр, проверку знаний на вторую группу допуска по электробезопасности (ежегодно) и инструктаж по охране труда на рабочем месте. Повторный инструктаж работник проходит не реже одного раза в шесть месяцев.

Женщины со времени установления беременности переводятся на работы, не связанные с использованием ПЭВМ, или для них ограничивается время работы с ПЭВМ (не более 3-х часов за рабочую смену) при условии соблюдения гигиенических требований, установленных Санитарными правилами.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья работников на протяжении смены устанавливаются регламентированные перерывы. При работе на компьютере время регламентированных перерывов следует устанавливать в зависимости от категории работ и уровня нагрузки за рабочую смену.

Таблица 1. Время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности рабочей смены, вида и категории трудовой деятельности

Категория работы	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ за компьютером			Суммарное время регламентированных перерывов, мин	
	Группа А, кол-во знаков	Группа Б, кол-во знаков	Группа В, кол-во знаков	При 8- часовой смене	При 12- часовой смене
I	до 20000	до 15000	до 2,0	30	70

Рабочие места с компьютерами должны размещаться таким образом, чтобы расстояние от экрана одного видеомонитора до тыла другого было не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м. Рабочий стол должен иметь регулировку по высоте в пределах 680-800 мм, иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, глубиной на уровне колен не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног не менее 650 мм.

Применение сверхурочных работ допускается в случаях и порядке, предусмотренных статьей 99 ТК РФ. Сверхурочные работы не должны превышать для каждого рабочего четырех часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год. Работа в нерабочие праздничные дни допускается в случаях, предусмотренных статьей 112 ТК РФ.

## 4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности. Производственная безопасность обеспечивает на рабочих местах нормальные условия воздушной среды, необходимую освещенность, защиту от поражения электрическим током. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для исследуемой производственной среды представлены в таблице 2:

Таблица 2. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
2.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+		ГОСТ 12.1.006–84 Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.030–81 ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
3. Шум и вибрации	+	+	+	ГОСТ 12.1.038–82 Электробезопасность. ГОСТ 12.1.003-20147 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
4.Психофизические факторы: статическая нагрузка, физическая нагрузка, фиксированная рабочая зона	+	+	+	<a href="#">СН 2.2.4/2.1.8.566-96</a> ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

3.Повышенное значение напряжения в электрической цепи	+	+	+	Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.  ГОСТ 12.1.045–84 Электростатические поля.
4.Электростатическое поле	+	+	+	Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля  СанПиН 2.2.2/2.4.1340– 03.
5.Повышенная напряжённость электрического поля	+	+	+	Санитарноэпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронновычислительным машинам и организации работы».  СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.

### 4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

На работающего в процессе разработки жизненного цикла изделия могут негативно действовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

1. Отклонение показателей микроклимата Микроклимат производственных помещений регламентируется ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и определяет следующие параметры:

1. температура воздуха в помещении;
2. относительная влажность воздуха;
3. скорость движения воздуха.

Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье и на надежность работы средств вычислительной техники. Повышенные или пониженные значения этих параметров выступают как опасные или вредные факторы производства. Приведем требования к микроклимату в помещении для работника.

Таблица №3. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения

Период года	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	Оптимальная граница	Верхняя граница	Нижняя граница	Оптимальная граница	Допустимый максимум	Оптимальная граница	Допустимый максимум
Холодный	22-24	24.5	21	40-60	75	0.1	0.1
Теплый	23-25	26	22	40-60	55	0.1	0.2

По степени физической тяжести работа студента относится к категории лёгких работ. Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления и приточновытяжной вентиляцией, и имеют следующие значения: влажность 50%, скорость движения воздуха 0,1 м/с, температура летом 20..25°С, зимой 20..22°С. К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении ВЦ должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20м<sup>3</sup> на человека – не менее 30м<sup>3</sup> в час на человека; при объёме помещения более 40м<sup>3</sup> на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В рассматриваемой аудитории

используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками. Кроме того, воздух нагревается с помощью того же кондиционера.

#### **4.4 Отсутствие или недостаток естественного и искусственного света**

Основными понятиями, характеризующими свет, являются световой поток, сила света, освещённость и яркость. Световым потоком называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом по световому ощущению. Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещённостью, так и с чрезмерной освещённостью, а также с неправильным направлением света.

Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами. В соответствии со СНиП 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение» освещённость рабочего стола должна быть не менее  $300 \div 500$  лк, что может достигаться за счет установки дополнительного местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране. За счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать  $40$  кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Общее (независимо от принятой системы освещения) искусственное освещение производственных помещений, предназначенных для постоянного пребывания людей, должно обеспечиваться разрядными источниками света.

Для освещения конструкторского отдела используется общая система искусственного освещения.

Размеры помещения: ширина  $A = 8$ м; длина  $B = 10$ м, высота  $H = 3.5$ м.

Для освещения конструкторского отдела используем светильники типа ЛПО 01-2х36-012 с люминесцентными лампами с цоколем G13.

$$\text{Площадь помещения } S=A*B=8*10=80 \text{ м}^2$$

По санитарным нормам освещенности помещений находим величину минимально допустимой табличной освещенности  $E_t$ , для данного вида работ  $E_t=200\text{лк}$ . Полученная величина должна быть спроектирована с учетом коэффициента запаса. Описываемое помещение характеризуется малым выделением пыли, дыма и копоти, поэтому  $k=1.5$ .

Тогда расчетная освещенность

$$E_p=E_t*k$$

$$E_p=200*1,5=300\text{лк}.$$

Приняв свес светильников  $h_c=0,2\text{м}$  и высоту рабочей поверхности  $h_p=0.8\text{м}$ , определим высоту подвеса над рабочей поверхностью:

$$h=H-h_c-h_p$$

$$h=3,5-0,2-0,8=2,5\text{м}$$

Исходя из известных параметров ламп, площади помещения, расчетной величины освещенности, высоты подвеса по таблице удельной мощности находим удельную мощность  $w=13,6\text{Вт/м}^2$ .

Суммарная мощность светильников:

$$P=S \cdot w$$

$$P=80 \times 13,6 = 1088 \text{ Вт}$$

Так как мощность одного светильника составляет 144 Вт (2 лампы по 72 Вт), то для освещения всего помещения потребуется число светильников:

$$N=P_{\text{сум.}}/P_{\text{св.}}$$

$$n=1088/144=7.5$$



Примем 8 светильников.

Определим наиболее выгодное расстояние между светильниками из соотношения  $\lambda=L/h$ ,  $\lambda=1.3$ :

$$L=1.3*h=1.3*2.5=3.25\text{м}$$

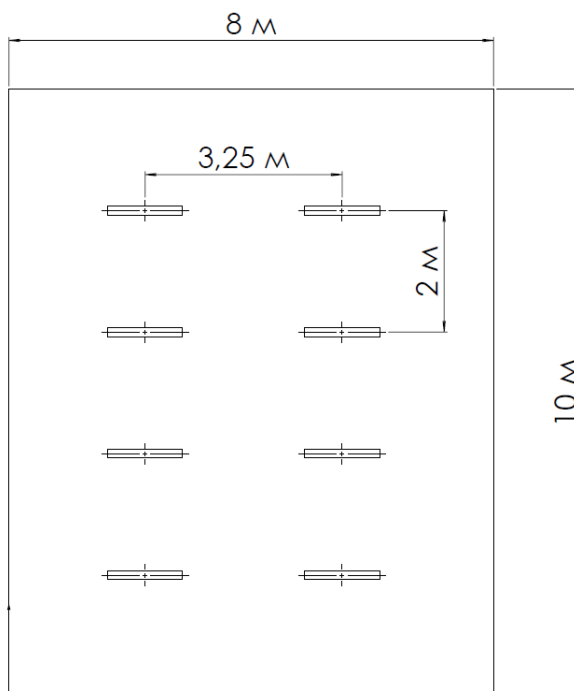


Рисунок 22 - Схема расположения светильников

Учитывая, что ширина помещения  $A = 8$  м, расстояние светильников до ближайших стен 2,5 метра.

#### **4.5 Повышенное значение напряжения в электрической цепи**

К опасным факторам относится наличие в помещении аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям ПК, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате включения в сеть.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.
- инструктаж по технике безопасности
- маркировки бирок, проводов.

#### **4.6 Электростатическое поле**

При работе, компьютер образует вокруг себя электростатическое поле, которое деионизирует окружающую среду, а при нагревании платы и корпуса монитора испускают в воздух вредные вещества. Всё это делает воздух очень

сухим, слабо ионизированным, со специфическим запахом и в общем «тяжёлым» для дыхания. Электростатические поля представляют собой поля, состоящие из неподвижных электрических зарядов, либо же стационарные электрические поля постоянного тока.

Одним из распространенных средств защиты от статического электричества является уменьшение генерации электростатических зарядов или их отвод с наэлектризованного материала, что достигается:

1. заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования
2. увеличением поверхностей и объемной проводимости диэлектриков
3. установкой нейтрализаторов статического электричества

Заземление проводится независимо от использования других методов защиты. Заземляются не только элементы оборудования, но и изолированные электропроводящие участки технологических установок. Эффективным средством защиты также является увеличение влажности воздуха до 65 - 75% путем проведения влажной уборки помещения или применением средств увлажнения воздуха.

#### **4.7 ПОВЫШЕННАЯ НАПРЯЖЁННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

Электрические приборы производят электромагнитное излучение. Большая часть его происходит не от экрана монитора, а от системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Согласно ГОСТ 12.1.006–84 «Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности», напряженность ЭМП на расстоянии 50см вокруг ВДТ по электрической составляющей, должна быть не более:

- в диапазоне низких частот 5Гц – 2 кГц - 25 В/м;
- в диапазоне высоких частот 2 – 400 кГц - 2,5 В/м.

Плотность магнитного потока должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц -250 нТл; в диапазоне частот 2 кГц ÷ 400кГц - 25 нТл.

Возможные способы защиты от ЭМП:

1. Основной способ - увеличение расстояния от источника, для минимизации последствий экран должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя;
2. Применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты, прошедших испытание в аккредитованных лабораториях и имеющих соответствующий гигиенический сертификат.

#### **4.8 Шум и вибрации на рабочем месте**

Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. При этом специфическим клиническим проявлением вредного действия шума является стойкое нарушение слуха (тугоухость), рассматриваемое как профессиональное заболевание.

В помещениях, оборудованных ПК, при выполнении основной работы на ПК уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ"А" (Санитарные нормы

2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".

Уровни вибрации в производственных помещениях при работе на ПК согласно санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий" не должны превышать следующих значений (по виброскорости) на частотах 2, 4, 8, 16, 31, 5, 63 Гц соответственно 79, 73, 67, 67, 67, 67 дБ, скорректированные значения и их уровни в дБ "А" - 72 дБ.

#### **4.9 Экологическая безопасность**

Каждый персональный компьютер содержит не только ценные цветные металлы (золото, серебро), но и целый набор опасных для окружающей среды веществ. Это производные газов, тяжелые металлы, среди которых кадмий, ртуть и свинец. Попадая на свалку, все эти вещества под воздействием внешней среды постепенно проникают в почву, отравляют воздух и воду. Поэтому персональные компьютеры и сопутствующее оборудование должны подвергаться утилизации. В процессе утилизации из техники извлекаются материалы, которые могут быть использованы для вторичной переработки. Материалы каждого персонального компьютера включают:

- ценные металлы – золото и серебро;
- черные и цветные металлы – алюминий, медь, железо;
- стекло и полимерные материалы.

Полученные путем переработки материалы пригодны для многократного использования, поэтому повторное использование сырьевых ресурсов приводит к уменьшению нагрузки на истощенные месторождения, сокращению хаотичного распространения непригодного металла и предотвращению пагубного влияния на экологию.

Утилизации должны подвергаться:

- содержимое системных блоков компьютеров;
- клавиатуры;
- мониторы;
- звуковые колонки;
- манипуляторы;
- аккумуляторы и зарядные устройства;
- оргтехника.

Переработка макулатуры требует серьезных затрат воды, электричества, химических добавок, но оно того стоит. Известно, что 100 кг макулатуры спасают одно дерево от вырубки. В результате отходов на полигонах становится меньше, а уже ненужной бумажной продукции дается вторая жизнь.

Все люминесцентные лампы содержат от 3 до 5 мг ртути, относящейся к 1-му классу токсичных отходов, т.е. "чрезвычайно опасные". Учитывая это, лампы требуют определенных условий для хранения, эксплуатации и утилизации. Согласно санитарным нормам отходы, содержащие ртуть, должны временно храниться в герметичных емкостях или контейнерах в закрытых помещениях, исключаящих доступ посторонних лиц. Их перевозка на полигоны складирования должна осуществляться специализированными лицензированными организациями.

Размещение отходов на полигонах твердых бытовых отходов категорически запрещается! Люминесцентные лампы сдаются в определенную организацию, которая их грамотно утилизирует.

#### **4.10 Пожарная безопасность**

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

1. предотвращение пожаров;
2. возгорание;
3. локализация возникших пожаров;
4. защита людей и материальных ценностей;
5. тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящие материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Горение представляет собой сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением большого количества теплоты и свечением.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Пожар в лаборатории представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением ЭВМ, аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних лабораториях.

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами: возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электро-соединений и

электрораспределительных щитов; возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры; возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок.

Для устранения возможности пожара в помещении необходимо соблюдать противопожарные меры:

- ограничение количества горючих веществ;
- максимально возможное применение негорючих веществ;
- устранение возможных источников возгорания (электрических искр, нагрева оболочек оборудования);
- применение средств пожаротушения;
- использование пожарной сигнализации;
- содержание электрооборудования в исправном состоянии, использование плавких предохранителей и автоматических выключателей в аппаратуре, по окончании работ все установки должны обесточиваться;
- наличие в помещении средств пожаротушения (огнетушители типа ОУ-3, пожарный инструмент, песок) и содержание их в исправном состоянии;
- содержание путей и проходов эвакуации людей в свободном состоянии;
- проводить раз в год инструктаж по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещения.

По степени взрывопожарной и пожарной опасности помещение лаборатории в соответствии с классификацией производств по пожарной безопасности относится к категории В (пожароопасные помещения), т.е. к



помещениям с твердыми сгораемыми веществами. Поэтому необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

Необходимость строгого соблюдения мер пожарной безопасности при работе с оборудованием и бытовыми приборами требует регулярного проведения инструктажей работников по пожарной безопасности и их действий в случае возникновения пожара в помещении или в соседних комнатах. При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду, обеспечить полную эвакуацию людей из помещения, где возник пожар. Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара. Поэтому безопасность людей находится в прямой зависимости от времени пребывания их в здании при пожаре. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, их числом и пропускной способностью.

Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м. После эвакуации людей необходимо принять меры по пожаротушению.

**Вывод:**

В результате проделанной работы определены вредные и опасные факторы, возникающие в процессе исследования данного проекта. Предложены методы утилизации и меры по защите окружающей среды. Помимо этого, определены возможные чрезвычайные ситуации.

Рассмотрев нормативно-технические документы, рабочее место соответствует всем утвержденным требованиям безопасности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработка ж.ц.и. – сложный процесс, для которого требуется различные знания из различных областей: конструирования, технологии обработки материалов, маркетинга, экономики менеджмента и т.д. Также для составления оптимального производственного процесса требуется проделать большую аналитическую работу и уметь планировать на краткосрочную и долгосрочную перспективу, с учётом возможных рисков для всех стадиях жизненного цикла изделия. В случае модернизации существующего производственного процесса необходимо, прежде всего, обратить внимание на организацию производства в целом и проанализировать каждый этап с точки зрения оптимальности, если это не было заложено в планировании данного производства. Такой подход позволяет разработать и внедрить изменения на каждом этапе производства в кратчайшие сроки и с минимальными затратами ресурсов, что в условиях постоянного изменяющегося рынка имеет жизненно важное для производителей значение.

В ходе диссертации создано производство по разработке щита электропитания. Все этапы проекта были описаны и систематизированы с применением методов и инструментов. Разработанная в ходе работы ВКР методика может быть в будущем применена для других объектов подобного типа или смежных сегментов рынка, что обусловлено ее универсальностью в вопросах планирования и управления данными.

### Список литературы:

1. В.И.Анурьев Справочник конструктора машиностроителя. Том 2 и Том 3.
2. Белянкова О.А. Лекция по управлению качеством. ТПУ 2019г.
3. Разработка технологического процесса сборки изделия в машиностроении. Методическое указание. Е.П. Михаевич. Томск: изд. ТПУ 2009г. 20с
4. Алямовский А.А., SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. ДМК Пресс, 2015, 562 с.
5. Сергей Димитрюк. Методы организации работы над сборочными моделями. Журнал №11 Управление и производство САПР. 2011г.
6. Производство [электронный ресурс]. Режим доступа <http://cinref.ru/razdel/04400proizvodstvo/08/195132.htm>, свободный. Дата обращения - 03.04.20.
7. Автоматизация [электронный ресурс]. Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-tehnologicheskoy-podgotovki-edinichnogo-i-melkoseriynogo-proizvodstva>, свободный. Дата обращения - 12.04.20.
8. Системы управления жизненным циклом сложных объектов (PLM) [Электронный ресурс] <https://constructor.ru/solutions/967/>
9. Product Lifecycle Management [Электронный ресурс] <http://www.tadviser.ru/index.php/PLM>
10. Управление жизненным циклом изделия [Электронный ресурс] <http://plmpedia.ru/wiki/ru>
11. Управление производством на предприятии [Электронный ресурс] <https://infofx.ru/ekonomika-i-rynok/upravlenie-proizvodstvom-na-predpriyatii/>
12. Как сделать успешным внедрение PLM [Электронный ресурс] <https://sapr.ru/article/19121>
13. Производство щитов [Электронный ресурс] <https://sapr.ru/article/19121>

## Приложение А

### Development of life cycle of electric power board

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Василишина К.А.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Буханченко С.Е.	к.т.н.		

Консультант-лингвист иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Забродина И.К.			

## **Introduction**

In a simple version, electrical boards are used to create a network that feeds lighting devices, household devices, outlets, etc. The spectrum of electricity consumers is constantly expanding, so a model may be more complex to create a division of energy into groups. These are already devices with large power switching capabilities. They work with different categories of stationary electrical appliances.

There are different classes of electric power boards. They share their designs first of all, for the intended purpose.

The boards are also divided by installation method and construction material. By the first factor, conventional suspended and wall structures are most popular. In operation, electric power boards are very convenient, which are built into the niche of the wall. But the installation of such a board is not always suitable for the location conditions.

When considering the materials from which the electrical boards are made, manufacturers most often combine several materials, such as metal and plastic. Metal shields have are reliable structures, proven by time. However, the new materials and composites that have recently appeared are not worse than metal in terms of durability and strength, but in some way even superior to it. There is no significant difference between electrical boards of different materials.

## **1 Literary review on existing solutions**

### **1.1 Types of boards**

In order to determine the tasks performed by electrical boards, it is necessary to consider the organization of power supply in more detail. One shield can supply electricity, both to a separate apartment and to the building as a whole. In this case, the board controls the electric power that is supplied to the different switchgears covering the other local service areas.

Electricity, having reached the consumer, passes many stages. Among them are such stages as generation and transportation by lines of electric networks. Before reaching the consumer, electricity comes to the electric boards where electricity is distributed, the protection system is installed in case of emergency situations related to overload and short circuits [1].

Such shields are used to organize the infrastructure of industrial buildings, residential buildings and public premises. An electrical shield of a certain type is mounted depending on the purpose. There is a wide range of options and models for such devices that differ in content and shape.

Types of electric power boards:

- Main switchboard.
- Lead-in switchgear.
- Emergency reserve entry.
- Control panel.
- Floor board.

The PSD board is designed for input of power supply lines, electric power metering and distribution of power lines for objects. This board is used against

overloads and short circuits in the system. The main switchboard usually serves for various transformer substations, boiler rooms and different manufacturing facilities (Fig.1).



Figure 1. Main switchboard.

A set of electrical structures and devices intended for reception, distribution, installed in residential and public buildings, as well as industrial production premises (workshops) [2].

The switchboard is used for receiving and branching electric current in residential and industrial premises. The electric power board consists of the following elements:

- Protects the device from moisture, dust, accidental penetration and contact of a person with wires during discharge;
- Internal elements of meters, automatic machines, stabilizers, arresters, etc.



All elements are wired together. For convenience and safety of maintenance, wire shells come in different colors: the phase is marked with dark colors - brown or black, grounding - yellow, green, and zero - blue.

Main. This kind of electric board is designed for carrying out, branching electric energy in a separately built building or apartment. It differs from the others in that it has one grounding wire and is also equipped with a counter. The device is protected against voltage surges.

Group board. It is designed to distribute electric power on branches to which electrical devices are connected. Consumption is taken into account by means of automatic machines. With the same machine, you can disable a specific group of devices.

Apartment controls the conduct, distribution of electric wires inside a single apartment. Similarly, the group is controlled by the circuit breaker.

The store is located on the floor of the building, distributes electricity to several apartments on the floor. It is controlled by automatic machine, too.

Distribution boards are also divided depending on their location. They can be wall-embedded, curtain, or floor-mounted.

The main advantage of the embedded version is its compactness. It is mounted in the wall of the house. They are used in production, office premises or private houses. The disadvantage is the labour intensity of installation. The framework of this kind is made of self-extinguishing plastic, which does not transmit electric current. In a fire accident, it will not create a blazing flame [3].

Hinged. It is used in open installation of electrical wiring, it is more bulky, but very simple to mount. Just screw it to the wall. This type can be used in any premises. Device body is made of plastic or metal. On the sides of the switchboard, special

plugs are used to prevent a person from being hit by current while touching the device.

Floor. It is the most bulky in its appearance, simply installed on the floor.

Any view is equipped with an opening door for easy access during maintenance of the device, attachment of elements.

General requirements:

- Increased fire safety of the device, and all elements of the electric board should not be burned;
- Resistance to mechanical effects. That is why those installed in public areas are made of metal;
- Resistance to high voltage drops;
- Long trouble-free service life;
- Each of them should provide places for installation of additional elements: machines, controllers, other accounting devices;
- Size must correspond to the number of installed components and components, which are strengthened on special holders.

The input switchgear is used in 230/400 network. With a frequency of 50 Hz for line protection against overloads, sharp air switching on and off, short circuits and various interferences (Fig. 2).



Figure 2. Input switchgear

For reception of the introduction power cable of distribution of feed lines for ShchK, ShchE, VRU, ShchO, protection of lines against overloads, electricity metering and short circuit the device which enters a complex of an electro technical automatic equipment is used. Thus, such a device stores the system about various internal failures and interventions in the device, thereby helping to service the equipment much longer.

The emergency standby input board is equipped with special automatic emergency standby input switches power supply from the main source to the additional (generator), in case of accident of the main power supplier.

After the accident is resolved, the emergency input will be backed up from the generator to the main line and the generator will be stopped in a few minutes. It is used in production, commercial, communal buildings, and cottages (Fig. 3).



Figure 3. Emergency reserve entry.

Control boards are basic units of the modern system of automation of heating, lighting and ventilation systems. This equipment controls fire fighting systems, video surveillance, fancoils and main technological processes with certain accuracy.

It is designed to centrally manage and monitor process plans. The device works with networks with three-phase alternating current operating at fifty hertz, as well as with silently grounded neutrals, which are equipped with reliable insulation.

Control board body is made of metal. It is welded type, and is manufactured in a hinged version. Along with it there are electronic or induction three-phase meters, as well as test boxes [4].

This is done to ensure that the staff involved in the maintenance of input and distribution devices do not worry about their life and health, because the control board ensures the safety of their work. Cabinets of devices are divided into several categories, they can operate in electric networks with different type of accounting, as well as nominal current.

The equipment has windows that allow to obtain the necessary readings from the counter. In addition, communication equipment is available. Input machines can be additional elements. Thanks to all this, the operation of the equipment is not only

safe, but also very convenient, which is felt by everyone who deals with control boards.

Control cabinets have one or two counters, everything depends on the model. They can be direct and transformer-based. Where electrical wiring is inserted into the board during the counter installation, the electrical load switch is connected. It is used to turn off electric power, because it ensures safe operation.

The device must operate under certain conditions. The temperature must be between 1 and 35 °C above zero. In addition, boards cannot be installed above two kilometers altitude. Compliance with these requirements ensures stable and reliable operation of the equipment.

The control board is used to control automation, which is responsible for such mechanisms as ventilation, heating, fire alarm, etc. Adjustment of parameters is performed manually (Fig.4).



Figure 4. Control panel

Boards of power supply provide:

- Automatic load switching from the failed main input to the other (serviceable) input and transmission of the command to start the diesel generator with subsequent

switching of the specified load to the standby input by readiness of the diesel generator;

- Switching of load from diesel generator to previously failed input at restoration of rated voltage on it with simultaneous sending of signal for diesel generator shutdown;

- Load switching from diesel generator to serviceable input in case of diesel generator failure, which occurred before the moment of nominal voltage recovery at the failed input;

- Switching of load from serviceable input to previously failed input at restoration of rated voltage on it;

- Switching the load of both buses to the diesel generator operating as a backup source in case of their failure at different times;

- Generation of signals on board operation modes for remote control system;

- Return of power supply circuit to initial state at restoration of rated voltage at both inputs.

The functions of emergency (standby) input, depending on the design of the guaranteed power supply board, can be performed by DGP (diesel generator unit) or accumulator battery [4].

The floor board is a standard electrical equipment, which can be conditionally divided into two components: steel housing and internal hardware filling. Internally, the SSE is divided into three compartments that are filled with specialized devices:

- The unit of protective shutdown, which operates in case of voltage surges in the network or in case of short circuit.

- Metering unit, in which power meters are located.

- Low voltage equipment unit containing television and telephone hubs.

Floor boards are used to record, receive and distribute electrical energy, as well as to protect the line from overloads and short circuits. The SSE function also applies to the protection of people from electric shock.



Figure 5. Floor board

## **1.2 Power Supply Board Manufacturing**

Sheet metal is used for production of power supply boards, which is processed on modern equipment: cutting, bending.

Metal bending is a method of sheet metal processing, which allows to give the exact curved shape of any part in complexity, without welding, provided by the task [3].

In accordance with the technical assignment, electrical board housings are assembled. The next stage is an installation, an adjustment and a testing of electrical equipment (Fig.6).



Figure 6. Installation of electric equipment

Using different tools and techniques allows applying different bending angles. When you design a housing, you control this parameter by specifying the bend radius is the radius of the inner bend surface (the outer radius is the sum of the inner radius and thickness of the metal).

Each article has a certain degree of dust and moisture protection (IP). All of them are equipped with a door with a lock and are equipped with the necessary number of racks for installation of equipment, as well as a special mounting panel for fixing the counter [3].

During production of housings their surface is treated with anticorrosive compositions, which ensures stability of products to the influence of various external factors.

The metal frameworks are designed to accommodate various electrical equipment inside them when creating power control and distribution boards. The inner space of cabinets provides reliable protection against external impacts, as well as the specified degree of protection against contact or contact with moving parts and elements under voltage.

Boards are equipped with imported and domestic equipment on the basis of standard and individual projects. Before delivering to the consumer, the products are checked for compliance with the standards in the quality line. Tyres, conductors,



terminals, and other components used in product assembly are the subjects of strict input control.

The quality control system of components and finished products ensures that our products meet the most stringent standards. This is confirmed by the relevant certificates.

Production of electrical board housings is carried out on a modern automated line. Its use minimizes the impact of the human factor on the quality of painting and assembly of products, as well as reduces production costs. Thanks to this, we can afford competitive prices without losing profitability and quality.

When manufacturing electrical boards in accordance with the developed design, it is possible to make changes to the standard set, as well as to assemble distribution cabinets of any filling and configuration, taking into account the wishes of the customer [4].

Compact electric cabinets of small and small sizes are particularly popular among Internet service providers. Installation of electric boards is carried out on stairways, in various household and special premises, even on the street. Electrical boards allow you to rationally and carefully place a large number of necessary cables, distribution devices, switches, starters and other electrical equipment. You can install the electrical board both on the wall and on the floor, you can combine several cabinets and create a single structure. Manufacturing of distribution cabinets provides equipment with reliable locks providing adequate protection and resistant to hacking, side and top panels have the necessary holes intended for equipment attachment and installation. The size and type of cabinet is determined depending on the quantity, type, and nature of the electrical equipment and control systems to be installed. When manufacturing switchboards at the customer's request, the company logo can be placed on their doors or side panels, any necessary or useful information (advertising,

contact details, etc.). An electrical circuit shall be placed on the inside of the electrical board.

In order to ensure efficient operation of the entire electrical system, it is necessary to entrust such responsible activity as assembly of electric boards to professional specialists with experience and corresponding qualification category.

Distribution cabinets shall be assembled in accordance with the developed design and technical documentation and technical assignment provided by the customer himself or by the company to be assembled. The production of power boards of the NCS provides for the manufacture of electrical board equipment and the application of complex installation solutions of various manufacturers, taking into account all the relevant regulatory requirements, peculiarities considered at the design stage of a particular electrical cabinet.

Switchgear housings are assembled from strong sheets of black metal or stainless steel. They have good wear resistance and can interfere with vandals by protecting the internal components of the module. The structure includes several elements: input and distribution panels responsible for input and further distribution of electric power, sectional units for division of prefabricated buses, and auxiliary parts. The latter are used to manage the plant's own needs, capacitor batteries, lighting systems and other important instruments. The equipment is produced in several variations with different degrees of protection, all of which have a terminal for fastening buses and grounding wires, as well as a locking device that restricts access to current-carrying parts.

Each manufactured board is completed with its operational characteristics are specified, including the single schematic diagram of a board, the specification of a board, etc. and transferred to the Customer Passport on a board, eventually, the certificate of conformity can be confirmed.

## References

1. Types of boards of power supply. [Internet – resource].  
<http://electricalschool.info/spravochnik/> [Assessed at: 05.05.2020]
2. Electric boards. [Internet – resource].  
<https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/elektricheskie-shchity/> [Assessed at: 03.04.2020]
3. Production of electroboards. [Internet – resource].  
<https://samelectrik.ru/kakie-byvayut/> [Assessed at: 03.04.2020]
4. Jesse Russell. «Switchboard». Book , 2013.

## Приложение Б

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

#### 1 Технические требования к изделию

##### 1.1 Требования по составу

1.1.1 Состав установки щита электропитания должен соответствовать номенклатуре, приведенной в таблице 1.

Таблица 1

Наименование оборудования	Количество
Установка щита электропитания, в составе:	
- корпус	1
- крышка	1
- комплект кабельного оборудования	1
- комплект стандартных изделий	1

#### 2 Требования к щиту электропитания

2.1 Щиток электропитания должны изготавливаться из материалов, обладающих стойкостью к механическим, электрическим и тепловым нагрузкам, возникающие в процессе эксплуатации.

2.2 Изоляционные детали щитков, на которые крепят токоведущие части, должны изготавливаться из материалов, обладающих стойкостью к воспламенению при воздействии на них проволокой, нагретой до температуры  $(960 \pm 15)^\circ\text{C}$ , в соответствии с ГОСТ Р 51321.3.

### **3 Технические требования к корпусу**

3.1 Корпус должен обладать стойкостью к коррозии.

3.2 Корпус щитка должен обладать стойкостью к механическим ударам энергией 0,25 Дж.

3.3 Механическая прочность резьбовых средств крепления съемных частей должна соответствовать ГОСТ Р 51321.3.

### **4 Техничко-экономические требования**

4.1 Договорная цена на установку щита электропитания определяется протоколом согласования цены.

### **5 Требования каталогизации**

5.1 Требования по каталогизации не предъявляются

### **6 Требования к видам обеспечения**

6.1 Требования к нормативно-техническому обеспечению

6.1.1 При выполнении установки щита электропитания необходимо пользоваться последней редакцией ГОСТов и других нормативных документов на момент утверждения настоящего ТЗ.

6.1.2 Обеспечение исполнителя щита электропитания документами по стандартизации, ссылки на которые приведены в ТТЗ, а также иными ссылочными документами по стандартизации должно осуществляться в соответствии с ГОСТ РВ 0001-004-2015 и ОТТ 1.0.2.1-2007.

6.2 Требования по метрологическому обеспечению

6.2.1 Метрологическое обеспечение разрабатываемого изделия должно соответствовать требованиям ГОСТ РВ 1.1-96, ГОСТ РВ 8.573-2000, ГОСТ Р

8.563-2009, ГОСТ РВ 8.570-98, ГОСТ РВ 20.39.309-98, ГОСТ РВ 20.57.310-98, РД В 319.01.13-98, ОТТ 1.1.7-89.

## **7 Требования к сырью, материалам и комплектующим изделиям межотраслевого применения**

7.1 Разработка изделий установки щита электропитания должна вестись с применением сырья, материалов и покупных изделий отечественного производства, разрешенных в соответствии с ограничительными перечнями для применения при разработке и модернизации аппаратуры военного назначения ГОСТ РВ 15.209-2006 «СРПП ВТ.

7.2 Ограничительные перечни изделий и материалов, разрешенных к применению в военной технике. Порядок разработки и применения».

7.3 Допускается применение импортной элементной базы в соответствии с «Положением о порядке применения электронной компонентной базы иностранного производства в обеспечение разработки, модернизации и производства образцов вооружения, военной и специальной техники. Основные положения», утвержденным Министром промышленности и торговли Российской Федерации 2 июня 2015 г.

7.4 Не допускается использование покупных комплектующих изделий с истекшими ресурсными показателями, без сопроводительной документации, подтверждающей их происхождение.

## **8 Требования к консервации, упаковке и маркировке**

8.1 Консервация образцов должна соответствовать требованиям ГОСТ 9.014, ГОСТ ВД 9.014.

8.2 На поверхности изделий должна быть нанесена маркировка, обеспечивающая их правильное подключение и эксплуатацию. Маркировка аппаратуры изделий должна быть устойчивой к внешним воздействиям в течение всего срока службы аппаратуры, механически прочной, не должна стираться или смываться жидкостями, используемыми при эксплуатации

(спирто-бензиновой смесью), и выполняться в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.309-98.

## **9 Требования к учебно-тренировочным средствам**

9.1 Предоставить материалы, необходимые Головному исполнителю ОКР для разработки учебно-тренировочных средств.

## **10 Требования к порядку разработки конструкторской документации на военное время**

10.1 Требования защиты к порядку разработки конструкторской документации на военное время не предъявляются.

## **11 Этапы выполнения установки щита электропитания**

11.1 Первый этап - разработка технического проекта.

11.2 Второй этап - разработка рабочей конструкторской для изготовления опытного образца.

11.3 Третий этап - изготовление опытного образца изделия и проведение предварительных испытаний.

11.4 Четвертый этап - участие в проведении Главным исполнителем ОКР государственных испытаний опытного образца.

11.5 Пятый этап - утверждение конструкторской документации для организации промышленного (серийного) производства изделия.

11.6 Перечень работ, выполняемых на каждом этапе ОКР, должен соответствовать требованиям ГОСТ РВ. 15.203-2001.

11.7 Сроки выполнения этапов ОКР устанавливаются государственным контрактом на выполнение СЧ ОКР.